BURNDY
LIBRARY

Chartered in 1941

GIFT OF
BERN DIBNER

Essai d'Histoire de la Physique 48

*manuscrit envoyé de Windsor
en 1814*

par J. André Deluc

adressé à son neveu J. André

LUC (Jean-André de, 1727-1817), savant genevois, un des plus célèbres physiciens de son siècle, inventeur de l'HYGROMÈTRE qui porte son nom, lecteur de la Reine d'ANGLETERRE. *Baden 48*
ESSAI d'Histoire de la PHYSIQUE, ou des progrès qu'on faits dans les siècles précédents les branches les plus importantes de la PHYSIQUE EXPERIMENTALE. Manuscrit de 239 p. in-4, de la main de de LUC (écriture très lisible) accompagné d'une L.a.s., « Windsor fin de juillet, 1814 », adressée à son neveu André, 3 p. in-4. **ENTIÈREMENT INÉDIT**, n'a jamais été publié 500.—

Dans la lettre d'envoi de Luc informe son neveu que « Depuis ma jeunesse je me suis occupé de Physique expérimentale... ce fut d'abord principalement le fluide électrique, & nous en fîmes les expériences... la première fut de transmettre la commotion par la bouteille de Leyde au TRAVERS du RHONE. ...depuis que l'invention de MA COLONNE ÉLECTRIQUE a été connue divers physiciens ayant voulu l'imiter tout le papier doré a été enlevé des boutiques... »

L'ouvrage précédé d'une introduction et d'une table, est divisé en 46 articles ou chapitres dans lesquels l'auteur passe en revue avec des notes sur ses expériences personnelles, toutes les branches de la Physique expérimentale, il parle de ses correspondants, James WATT, LAVOISIER, La PLACE, de l'histoire de l'HYGROMÈTRE.

Un chapitre est consacré au « Défaut dans l'énoncé de la Théorie du Dr. FRANKLIN » puis il parle longuement de ses relations avec VOLTA et des expériences faites en commun.

Le tout forme un **ENSEMBLE PRÉCIEUX** pour l'histoire de la Physique. (6273)

autographe-Sciences-Genève.

LUC (Jean-André de, 1727-1817) savant genevois, un des plus célèbres physiciens de son siècle, inventeur de l'HYGROMETRE qui porte son nom, lecteur de la Reine d'ANGLETERRE.

ESSAI d'Histoire de la PHYSIQUE, ou des progrès qu'on fait dans les siècles précédents les branches les plus importantes de la PHYSIQUE EXPERIMENTALE. Manuscrit de 239 p. in-4, de la main de de LUC (écriture très lisible) accompagné d'une L.s.s. "Windsor fin de juillet, 1814" adressée à son neveu André, 3 p. in-4, ENTIEREMENT INEDIT, n'a jamais été publié. 500.-

Dans la lettre d'envoi de Luc informe son neveu que "Depuis ma jeunesse je me suis occupé de Physique expérimentale....ce fut d'abord principalement le fluide électrique, & nous en fîmes les expériences...la première fut de transmettre la commotion par la bouteille de Leyde au TRAVERS du RHONE...depuis que l'invention de LA COLONNE ELECTRIQUE a été connue divers physiciens ont voulu l'imiter tout le papier doré a été enlevé des boutiques..."

L'ouvrage ~~XXXXXXXX~~ précédé d'une introduction et d'une table, est divisé en 46 articles ou chapitres dans lesquels l'auteur passe en revue avec des notes sur ses expériences personnelles, toutes les branches de la Physique expérimentale, il parle de ses correspondants, James WATT, LAVOISIER, La PLACE de l'histoire de l'HYGROMETRE.

Un chapitre est consacré au "Défaut dans l'énoncé de la Théorie du Dr. FRANKLIN" puis il parle longuement de ses relations avec VOLTA et des expériences faites en commun. Le tout forme un ENSEMBLE PRECIEUX pour l'histoire de la Physique.

(6273)

venue le 3^e Sept.

Winoor, fin de Juin 1811

Mon cher Neveu

Monsi Soret ayant bien voulu se charger d'un paquet pour toi, j'en profite pour t'envoyer un Manuscrit qui n'a servi d'abord qu'à employer mon temps sur machine, dont je ne puis bouger sans aide à cause de ma filleule.

Depuis ma jeunesse je me suis occupé de Physique expérimentale, & dans les commencements avec ton Père, & par nos seules études nous y fîmes de grands progrès, dont je donne l'histoire.

Ce fut d'abord principalement sur le fluide électrique, & nous fîmes les expériences rapportées dans les lettres sur l'Électricité de l'Abbé Nollet, sous le nom de M. Gallabert, qui n'en flétrit que le surnom. La première fut de transmettre la commotion par la bouteille de Leyde au travers du Rhin, & la seconde de la transmettre par les fontaines de la ville qui viennent de l'eau du Rhin, on a oublié ces expériences, ce qui sera un sujet pour tes leçons.

Tu y verras aussi les découvertes que nous fîmes sur la nature du fluide électrique & les effets de la bouteille de Leyde, qui nous approchèrent beaucoup de la théorie du Dr. Franklin, & les progrès que je fis ensuite en Électricité.

Tu y verras encore l'histoire de la mesure des hauteurs par le Baromètre, que nous entreprîmes aussi ton Père & moi; c'est une histoire très-importante pour la Physique expérimentale, qui est presque oubliée, & que tu pourras rappeler dans les leçons.

La géologie y est aussi commencée & je l'ai suivie dans mes autres Ouvrages; mais ton ami Soret n'aurait pas pu s'en charger, sur ton vœu que ton Cousin a souhaité que j'en envoyasse trois exemplaires, un pour lui, un pour toi & un pour la Bibliothèque, l'un de mes Ouvrages de Physique & de ceux de Géologie. J'ai donc pris le parti de les envoyer à M. Caronnet, qui les a fait partir pour Genève, probablement par Hambourg.

Je joins une Table des Articles contenus dans cette Histoire, où tu verras d'un coup d'oeil les Sujets qui y sont traités, qui embrassent les plus importants — objets de la Physique expérimentale au progrès desquels j'ai contribué. Mais il reste encore bien des choses à découvrir. Il est vrai que la Physique expérimentale est onéreuse; ainsi, à moins que ^{tu} n'aies quelques écoliers desirant d'apprendre & qui veulent faire la dépense, ces progrès ne seroient pas à la portée; mais par tes réflexions sur les objets déjà découverts, tu pourrais aller plus loin.

La Minéralogie n'a jamais été un objet de mes études approfondies; mais dans mes derniers Voyages géologiques, tu en verras un que je fis à — Treysberg avec Mous. Werner, où tu trouveras des descriptions — intéressantes des filons & des couches qu'ils traversent; ce qui tient à la — minéralogie.

Tu verras dans les Mémoires que je t'envoie tiré du Journal — de Physique de Nicholson, l'origine de la Colonne Electrique, — tiré de la Pile Galvanique. La Colonne électrique est un des Instruments de Physique les plus intéressants, par les phénomènes atmosphériques — qu'il manifeste. Il a été augmenté ici par un démonstrateur de physique expérimentale ^{M. Singer,} à un point étonnant; il a fait une Colonne électrique de 20,000 paires de laine & papier d'or argenté, qui charge une petite bouteille de Leyde au point de faire éprouver une assez forte commotion, sans produire les phénomènes chimiques de la Pile galvanique. M. Singer a été obligé d'employer le papier argenté & de le faire lui-même, parce que la guerre nous a privé longtemps de ce qu'on nomme le papier d'or de Nuremberg. Depuis que l'invention de ma Colonne électrique a — été connue, divers physiciens ayant voulu l'imiter, tout ce papier doré a — été enlevé des boutiques, & il n'en restoit plus à Londres. J'ai eu le bonheur de pouvoir m'en procurer à Exeter, au moyen de quoi j'ai fait une Electrique colonne, qui est actuellement sur ma Table, d'environ 1300 paires, quand on

de $2\frac{1}{2}$ pouces de côté. Cette colonne met en mouvement une balle de melle de Surau dorée, de la grosseur d'un ^{grain} pois, & par un mécanisme, que j'explique, elle produit ^{un} mouvement perpétuel physique, qui varie suivant les états de l'air, & qui devient ainsi un appareil météorologique.

Après que tu auras lu mes descriptions, tu pourrais aisément faire une colonne électrique, car je ne doute pas que tu ne puisses te procurer du zinc laminé en mince pour être coupé avec des ciseaux, d'abord en lames d'égale largeur puis en plaques carrées égales en tous sens; & le papier doré sera aisé à couper bien égal aux plaques de zinc. Tu verras dans un de mes mémoires, une addition importante qu'a faite M. Singer, d'une pièce de fort papier, placée entre les plaques.

Je ne suppose pas qu'il soit allé à Genève aucun de ^{mes} ~~M. M.~~ Hygromètres, fait de balaine coupée au travers des fibres. Un Hannoisien, nommé M. Hausmann, a voulu à les faire mieux que moi; il retournera à Hannover cette année; il a été dans le voisinage de Windsor depuis trois ans; le trouvant très-intelligent & fort adroit, je l'ai aidé de mes conseils & de mes outils; il se propose, quand il sera de retour à Hannover, de donner des leçons de physique expérimentale, & il fera connaître mon Hygromètre sur le Continent, il pourrait en envoyer à Genève s'il en avait commission; & personne ne construirait mieux que lui ma Colonne électrique. Il finit qu'il vive de son travail, mais peut-être croirait-il faire une visite à Genève s'il y trouvait quelque encouragement. Il est attaché à Hannover, où il a une pension pour tenir une Ecole vétérinaire, ayant beaucoup de connaissances sur les maladies du bétail, & en particulier des Chevaux.

Il est bien entendu que quoique le M. S. que je t'envoie ne soit principalement destiné à cause de tes leçons, tu le communiqueras aussi à ton Cœurin, car il aime aussi la Physique, & il peut servir de sujet d'entretien dans leur Société de Physique. La courine l'a écrit par la poste, en réponse à ta lettre, & t'a donné de nos nouvelles plus détaillées.

Charge-toi de mes tendres amitiés pour toute notre famille, que je n'oublie jamais dans mes prières.

J. Ch. De Luc.

A Monsieur

Monsieur Andrieu de la

A Genève.

Essai d'Histoire de la Physique, ou des progrès qu'on fait dans les
siècles précédens les branches les plus importantes de la Physique
experimentale. par J. A. Deluc, R. A. S. Windsor, Juillet
1814.

Page

1. Introduction.
2. Art. I. Premières recherches sur la Rosée.
6. Art. II. Du point fixe inférieur du Thermomètre, communément
nommé la Congelation.
13. Art. III. Du point fixe supérieur du Thermomètre, nommé
Chaleur de l'eau bouillante.
13. Art. IV. Du liquide du Thermomètre.
28. Art. V. Raisons d'employer uniquement la mercure dans le Thermomètre.
28. Art. VI. Détails concernant les tubes & boules du Therm. de mercure.
26. Art. VII. Recherche des rapports de la Chaleur de l'eau bouillante avec
1. les hauteurs du Baromètre.
30. Art. VIII. Recherche des raisons pour lesquelles la vapeur aqueuse n'est
produite au sein des liquides que dans des bulles d'air.
38. Art. IX. Histoire des changemens qu'a éprouvés la Contr. du Baromètre.
43. Art. X. Histoire de la Construction du Baromètre destiné à
mesurer les hauteurs.
44. Art. XI. Tentatives faites par divers physiciens pour déterminer
le rapport qui règne entre les condensations de l'air & les
pressions exercées sur lui, dans la vue de les appliquer à la
mesure des hauteurs par le Baromètre.
56. Art. XII. Résumé des divers résultats de ces tentatives.
59. Art. XIII. Examen des manches correspondantes de plusieurs
Baromètres dans le même lieu.
62. Art. XIV. De la lumière qui paroît au haut de quelques Baromètres
quand on y fait balancer le mercure.
- Art. XV. Correction des hauteurs immédiatement observées du mercure
dans le Baromètre, pour les différences que produisent sur
le mercure lui-même, celles de la chaleur.
66. Art. XVI. Moyens employés pour mesurer divers hauteurs sur le
Mont-Jalieu.
69. Art. XVII. Effet des différences de la chaleur dans l'air pour changer le rapport
de la densité avec les degrés de pression exercés sur lui.

Ce manuscrit m'a été envoyé en Juillet, 1814, voyez la lettre qui l'accompagne

- pages 77. Art. XVIII. Histoire de l'Hygromètre,
88. Art. XIX. Erreur commune sur l'Humidité des Couches Supérieures
de l'Atmosphère,
93. Art. XX. Examen de ce que la Vapeur aqueuse qui se béc dans
l'Atmosphère est devenue quand elle cesse d'affecter l'Hygromètre,
96. Art. XXI. Des fluides subtils composés qui ont le caractère de
Vapeur; c'est-à-dire, qui sont décomposés par pression, &
qui tous doivent leur expandibilité à la lumière,
102. Art. XXII. Du Fluide électrique, comme fluide qui est décomposé par
pression,
113. Art. XXIII. De la vraie cause de la Rosée,
119. Art. XXIV. Expériences pour déterminer les quantités d'eau cisaini
dans un certain espace d'air, correspondantes à chaque
point de l'Hygromètre & du Thermomètre,
129. Art. XXV. Du Fluide électrique, considéré dans les signes que nous
avons de son existence sur les corps, & dans ceux qui manifestent
la nature de sa composition,
130. Art. XXVI. Histoire des découvertes sur le Fluide électrique,
136. Art. XXVII. Expériences concernant la Bouteille de Leyde & le
Tableau magique, conduisant à la Théorie du D^r. Franklin,
139. Art. XXVIII. De fautes dans l'énoncé de la Théorie du D^r. Franklin,
qui fit naître des objections contraires,
140. Art. XXIX. Théorie des Electricités positives & negatives & de leur cause,
établie par M. Volta,
145. Art. XXX. Des mouvements des Electroscopes, suivant le Système
de M. Volta,
148. Art. XXXI. Constitution Ordinaire du fluide électrique résidant sur les corps,
152. Art. XXXII. Application de cette Théorie à l'Electrophore & au Condensateur,
154. Art. XXXIII. Application plus particulière à l'Electrophore,
156. Art. XXXIV. Application de cette Théorie à un autre instrument de l'invention
de M. Volta qu'il a nommé Condensateur,
158. Condensateur de M. Cavallo,
DSI

- pages 159. Art. XXXVI. D'un Electronètre comparable.
165. Art. XXXVII. Petits Instrumens pour les expériences électriques.
169. Art. XXXVIII. Le vide complet n'est pas conducteur du fluide électrique.
175. Art. XXXIX. De la Pile galvanique de Volta.
197. Art. XL. Nouvelles expériences sur cet Appareil.
200. Art. XLI. Diverses dissections de la Pile par de petits conducteurs métalliques.
204. Art. XLII. Premier pas vers la Colonne électrique par un Condensateur
de nouvelle invention.
208. Art. XLIII. De la Colonne électrique, comme petite Machine électrique
spontanée.
211. Art. XLIV. Analyse des effets de la Colonne électrique.
214. Art. XLV. Construction d'une Colonne électrique qui produise un
mouvement perpétuel physique, changeant suivant les
états de l'air.
225. Art. XLVI. Grand accroissement de la Colonne électrique comme
Machine électrique naturelle.

Handwritten text in a cursive script, likely a letter or a page from a manuscript. The text is written in a dark ink on aged, slightly discolored paper. The handwriting is fluid and characteristic of the 17th or 18th century. The text is arranged in several paragraphs, with some lines indented. The overall tone of the writing is formal but personal.

1

Essai d'Histoire de la Physique ; ou des progrès qu'on fait dans les
siècles précédens les divers branches de la Physique expérimentale.

D
Introduction.

Il y a fort long-temps que les Phénomènes naturels observés sur la Terre ont attiré l'attention des hommes, & que même ils en ont tiré de grands avantages pour les Arts & les usages de la vie; mais comme ils n'en cherchoient pas les Causes, la Physique elle-même, Science qui consiste à lier les Effets à leurs Causes réelles, ne faisoit point de progrès.

Cette étude n'a commencé que depuis peu de siècles, & même les premiers Physiciens qui s'en occupèrent ne pouvant en connoître l'étendue que par l'expérience, n'y firent d'abord que des progrès très-lents & mal assurés. La ~~raison~~ raison de ce retardement résulteroit de la nature même des recherches: Chaque physicien s'attachoit à la classe de Phénomènes qui avoit d'abord fixé son attention, & la suivit aussi loin qu'il y appercevoit des liaisons; mais il ne pouvoit encore découvrir la raison de ce que le fil de ses recherches étoit enfin interrompu, savoir, que des Causes générales lient entr'eux tous les phénomènes particuliers; de sorte qu'on ne peut commencer des recherches par aucun de ceux-ci, sans ^{être obligé de s'arrêter,} ~~être obligé de s'arrêter,~~ pour chercher des liens entre les différentes ^{ou parties en} ~~ou~~ diverses circonstances, en s'occupant des causes générales qui peuvent y influencer différemment. C'est pourquoi, en entreprenant de tracer dans cet Ouvrage les progrès des principales branches de la Physique, je serai souvent obligé de passer de l'une à l'autre, & d'y revenir plusieurs fois sous divers faces, avant que d'arriver aux points par lesquels elles se réunissent entr'elles.

Une circonstance particulière m'avoit déjà conduit à tracer une partie de cette Histoire. J'avois été obligé de suivre assez loin moi-même les différentes branches de la Physique pour arriver à un but

que j'avois fortement en vue, celui de la Mesure des hauteurs par le Baromètre, à laquelle je ne parvins, contre toute espérance des physiciens qui l'avoient tentée, qu'en cédant au penchant pour les expériences physiques que j'avois eu dès mes premières études.

C'est ainsi que quoique mes propres expériences eussent commencé en 1747, elles ne me donnèrent qu'en 1750 l'espérance, je dirai même le courage de les appliquer à la Mesure des hauteurs par le Baromètre; ~~quo~~ car cette tentative me présentait la perspective de beaucoup de fatigues à éprouver dans des voyages sur les montagnes. J'eus fini ces expériences en 1760, & ayant eu un succès au-delà de mes espérances, je m'occupai à chercher une formule générale pour calculer mes observations, renfermant les résultats successifs dans des Tables à plusieurs colonnes, qui conduisoient aux derniers résultats.

Ce travail ayant été fini en 1762, je l'envoyai à l'Académie des Sciences de Paris, le faisant précéder d'une courte Histoire de chacune des branches de Physique qui avoient dû se réunir dans ce seul objet. M. M. de la Condamine & de la Lande furent nommés par l'Académie pour examiner mon Mémoire, & sur leur rapport, il fut décidé qu'il seroit placé dans le Volume des Mémoires des Savans étrangers. Mais l'un & l'autre de ces Académiciens me dissuadèrent d'accepter cet offre, me pressant fortement d'en composer un Ouvrage que je publierois moi-même, afin de donner plus de développement à l'histoire de chacune des branches de Physique que j'y avois réunies que ne pouvoit le permettre un Mémoire académique; & d'y remonter même jusqu'à l'origine la plus reculée connue de chacune de ces branches, en les amenant jusqu'au point où elles s'étoient arrivées au temps où je commençai de m'en occuper.

Tel fut donc le plan d'un Ouvrage que je publiai à Genève en 2 Vol. in-4^{to} sous le titre de Recherches sur les modifications de l'Atmosphère, qui ne fut fini qu'en 1770; & qui a été publié depuis à Paris

en 4 Vol. in-8^{oo} lorsque j'entrepris cette tâche historique je ne pré-
voyois pas son étendue pour trouver, soit dans les Mémoires des
savantes Académies, soit dans les Ouvrages des Physiciens, des faits qui
me fissent remonter à l'origine des découvertes sur chaque objet. Ces
recherches me prirent beaucoup de temps; ^{cependant} ~~mais~~ je ne rebutai pas,
parce qu'à mesure que j'avançois, je vis les principales branches
de la Physique se lier entr'elles; mais ce fut ainsi qu'en suivant ces
recherches au-travers de mes autres occupations, il se coula
8 ans, avant que j'eusse complété l'Ouvrage mentionné ci-dessus,
où ces histoires forment la plus grande partie du 1^{er} Volume;
J'aurai par conséquent souvent occasion d'y renvoyer. Mais il n'a pas
été possible de donner à cette Histoire un ordre méthodique en re-
classant les Sujets, parce qu'ils se succèdent les uns autres, comme
préliminaire les uns des autres; je ne puis donc la diviser qu'en
Articles, avec des titres pour indiquer leurs objets.

Article 1. Premières recherches sur la Rosée.

1. Cette première ^{des} branches de Physique expérimentale que j'e
suivis moi-même, me fournira déjà un exemple de ce que j'ai
dit ci-dessus, qu'on ne peut approfondir aucune branche de
Physique, sans être successivement entraîné dans toutes les autres.
2. Une circonstance particulière me conduisit à commencer
mes recherches par l'étude des causes de la Rosée; c'est que les
physiciens étoient alors divisés à cet égard, chacun apportant
des raisons physiques de son opinion, & c'étoit alors un grand
objet de ^{discussion} ~~discussion~~ entr'eux. Les uns pensoient, qu'après le coucher
du soleil la rosée étoit produite par une plus grande évaporation
du sol & des eaux qui conservoient plus long-temps la chaleur du
jour, & ~~évaporation~~ qu'ainsi la rosée monsoie dans l'air. Les autres

au contraire pensois qu'elle en descendait, l'appuyant sur un fait certain, l'aurore, qu'après le coucher du Soleil en temps calme & serein, il se forme souvent une brume à la surface des sols; ce qu'il considérait comme une accumulation de la rosee dans la descente.

3. Une telle incertitude, sur un phénomène si commun, me frappa beaucoup, & je pensai, qu'en répétant exactement les mêmes expériences que chaque parti alléguait en sa faveur, & les variant moi-même, je pourrois découvrir quelque phénomène qui caractériserait la vraie cause. Je me vouai donc à ces expériences, qui me firent passer bien des nuits en plein air à la campagne, depuis le mois de Juillet, durant tout l'hiver, & jus qu'au printemps suivant. J'observai tous les phénomènes cités de part & d'autre; en particulier celui de l'apparition de la rosee sur les arbustes & sur le gazon; phénomène employé de différente manière en faveur des systèmes opposés; mais je ne découvris aucune circonstance qui pût décider entre eux. Je fus donc obligé d'abandonner cette étude, & ce ne fut que bien des années après, qu'aide par les progrès de nombre d'autres branches de physique expérimentale, je découvris la vraie cause de la Rosee: j'y reviendrai donc lorsque je serai arrivé à cette partie de l'Histoire.

4. Un lien important entre les objets de la Physique, se manifesta dans le cours des expériences précédentes qui me conduisit à l'étude du Thermomètre. L'une & l'autre des hypothèses opposées sur la cause de cet accroissement de l'humidité dans l'air après le coucher du Soleil, étant liée à un changement relatif de la chaleur dans l'air & dans le sol, j'employai deux thermomètres, l'un desquels je placai à une petite profondeur dans le sol au lieu où je faisois mes observations, & l'autre dans l'air voisin, observant leurs variations,

5

correspondantes depuis le coucher du Soleil jusques bien avant dans la nuit. Je vis certainement que le thermomètre dans l'air baïsson plus rapidement que celui qui étoit dans le Sol; ce qui faisoit l'opinion de ceux qui pensoient que la rosee étoit produite ~~par la rosée~~ par la plus grande évaporation du Sol, & qu'ainsi elle monteroit: mais trop d'autres observations étoient contraires à l'admission de cette cause pour que je pusse l'adopter, ainsi je demeurai en suspens.

5. Cependant l'usage que j'avois fait de thermomètres pour ces expériences avoir attiré mon attention sur cet Instrument lui-même; parce que les deux thermomètres que j'y avois employés n'étoient pas d'accord entr'eux, & j'avois été obligé d'avoir égard à leur différence, De sorte que ces expériences mêmes m'ayant conduit à penser qu'un thermomètre vraiment comparable étoit indispensable dans toutes les branches de la Physique, sans quoi les physiciens ne pourroient s'entendre entr'eux dans leurs observations & expériences sur les effets de la chaleur, je résolus de chercher s'il étoit possible d'obtenir un thermomètre qui eût ce caractère.

6. Le thermomètre le plus en usage dans ce temps-là étoit d'esprit de vin & portoit le nom de son inventeur, M. de Raumer; mais l'Abbé Nollet en construisoit pour les vendre, ce qui l'avoit beaucoup répandu: il en construisoit aussi de mercure qui portoient le même nom & la même échelle; je m'en procurai donc un de chaque sorte pour les comparer. Ces deux thermomètres s'accordoient assez bien dans les températures ordinaires, ce qui les faisoit employer indifféremment par ceux qui n'avoient d'autre but que de connoître le degré de chaleur de leur appartement ou de l'air extérieur; mais, en comparant les miens, j'observai qu'ils s'écartoient beaucoup dans les temps chauds. Ayant donc appris ainsi, que tant que ces

deux thermomètres seroient employés indifféremment par les physiciens, ils ne s'entendroient point entre eux sur les degrés de la chaleur, je me déterminai à des recherches qui pussent conduire à décider, non-seulement quel étoit le liquide le plus convenable à un thermomètre qui deviendrait commun entre les physiciens, mais toutes les parties de l'Echelle & en particulier les Points fixes.

Article 11. Du point fixe inférieur du Thermomètre
communément nommé de la Congélation

7. Le premier objet que j'entrepris d'examiner, fut le Point : pour cet effet je me procurai plusieurs thermomètres de mercure avec lesquels je fis les expériences suivantes.

8. Dans une partie d'un jour où l'air hors de ma fenêtre étoit seulement assez froid pour que l'eau commençât de se geler, je sus-
pendis dans un vase plein d'eau plusieurs de ces thermomètres; ^{je les as-} ~~que j'as-~~
sus vis séparés de leurs échelles, & je marquois seulement sur leur tube
par un fil, le point auquel ils étoient descendus quand la glace com-
mençoit de se former dans l'eau du vase. Or quand je rapportois
ces thermomètres dans ma chambre, ils ne s'accordoient point dans
leurs mouvemens; les uns montant plus que les autres; apparemment,
suivant qu'ils avoient été affectés de la température extérieure dans
la partie du vase où ils s'étoient trouvés. Après avoir répété cette
expérience, toujours avec autant de différence entre les points où
se fixoient les divers thermomètres quand l'eau commençoit à se geler
dans le vase, je vis au moins certainement que ce point de la
congélation étoit trop indéterminé pour servir de point comparable
dans l'échelle d'un Instrument aussi important en Physique que le
thermomètre.

9. J'avois observé dans mes fréquens voyages sur les Montagnes,

que l'eau qui s'écoule de la neige quand elle se fond auoit toujours une même température. Cette circonstance me conduisit à penser aux vases dans lesquels on met rafraichir le vin, où l'on emploie de la glace pilée qu'y s'y fond peu-à-peu; de sorte qu'au bout d'un certain temps les morceaux de glace se trouvent environnés de l'eau qu'ils produisent en se fondant; ce qui me fit espérer d'y trouver un point fixe de température. J'employai donc un de ces vases, dans lequel je plaçai tous mes thermomètres; il avoient encore les filz qui avoient marqué la congélation hors de ma fenêtre, & je plaçai d'autres filz au point où ils se fixoient dans ce nouveau vase. Ces seconds filz se trouvoient tous au-dessus des premiers, mais irrégulièrement. Je retirai plusieurs fois les thermomètres de ce vase & les laissai remonter; or quand je les y remplaçois, ils ~~se~~ ^{se} fixoient au même fil, & ils y demeuroient fixes quelque temps que je les y laissasse, tant qu'il y avoit assez de morceaux de glace flottans dans l'eau qu'ils avoient produite.

10. D'après ces expériences, plusieurs fois répétées, je changeai la dénomination du point fixe inférieur du Thermomètre; & au lieu de le nommer de la congélation, je le nommai de la glace fondante. Mais je ne continuai pas moins des expériences sur cet objet intéressant en Physique, indépendamment de la construction du Thermomètre. Les expériences suivantes sont rapportées au § 436 i, dans le 1^{er} Vol. de mes Recherches sur les modifications de l'Atmosphère.

11. Je fis ces expériences dans le froid rigoureux de 1755. Ayant dessein d'observer tous les phénomènes qui se manifestoient durant la formation de la glace, j'employai des vases cylindriques d'1 pouce de diamètre & d'environ 5 pouces de profondeur, que je

remplis d'eau jusqu'à 2 pouces du bord. Je suspendis dans ces vases, au moyen d'un fil métallique fixé à un de leur côté, un des thermomètres de mercure sur lequel le fil marquait le point de la glace fondante demeuroir, & dont la boule étoit à 1 pouce de distance du fond.

12. Je plaçai plusieurs de ces vases hors de ma fenêtre. Le commencement de la congélation n'étoit pas toujours indiqué par le même point du thermomètre; quelquefois l'eau étoit encore liquide dans l'axe du vase où se trouvoit le thermomètre, qui cependant étoit déjà descendu plus d'un degré au-dessous du fil. Quand la glace étoit toute formée, elle se refroidissoit de plus en plus, jusqu'à ce que le thermomètre y fût arrivé à la température de l'air extérieur, indiquée par un autre thermomètre; seulement les variations de température, dans les diverses parties, du jour, étoient plus lentes dans la glace que dans l'air extérieur, parce que ces changements tardoient à se communiquer dans l'intérieur de la glace.

13. Voici maintenant une preuve directe de la fixité du point de température de la glace fondante. Je plaçai ces vases au-dessus du feu de ma cheminée, les approchant peu-à-peu; dès que la glace étoit prête à se fondre dans toute la masse, le mercure remontoit au fil de la glace fondante, & il y demeurait fixe aussi longtemps qu'il restoit une croûte de glace d'environ 2 lignes d'épaisseur autour de la boule; cependant l'eau déjà produite continuoit de s'échauffer jusqu'à produire de la fumée, ou vapeur visible. Mais dès qu'il se faisoit quelque ouverture dans cette croûte de glace autour de la boule du thermomètre, il montait subitement, parce qu'il participoit alors à la chaleur acquise par l'eau du vase.

14. Je fus très-frappé de ce phénomène, qui se joignoit à plusieurs autres que j'avois déjà remarqués, m'apprenant que la glace en se fondant, ou se convertissant en eau, absorboit beaucoup de chaleur des corps environnans, ~~tant que la propre~~ ~~chaleur~~ sans que la propre chaleur en fût augmentée. Mais je n'avois conçu aucun moyen de mesurer la quantité de cette chaleur qui disparoissoit; moins encore de déterminer la proportion avec la masse de l'eau. Cette découverte est due au feu Dr. Black, Professeur dans l'Université d'Edinburgh. Ce Physicien célèbre, de concert avec son ami M. James Watt, qui réside maintenant à Birmingham, firent sur cet objet les expériences les plus exactes.

15. Ayant eu occasion d'aller à Birmingham & de m'y lier avec M. Watt, il voulut bien répéter pour moi cette expérience; je l'ai décrite à la p. 177 du 3^{em}. Volume de mon ouvrage intitulé Idées sur la Météorologie, ainsi je ne la rapporterai ici qu'en abrégé. Il mêla ^{des} quantités égales de glace disposée à se fondre, & ainsi à la température 32° du Th. de Fahrenheit, & d'eau au degré de chaleur exprimé par 172° du même Thermomètre; & quand la glace fut fondue (faisant toutes les corrections nécessaires pour les causes étrangères) la masse totale de l'eau se trouva réduite à la température 32° . Il avoit donc disparu 140° de chaleur; & c'est ce que le Dr Black a nommé Chaleur latente dans l'eau; par où il entendoit la quantité de chaleur qui disparoit dans un ensemble de corps quand la glace, corps solide, se convertit en eau, qui est un liquide; mais que celui-ci perd de nouveau quand il se gèle, ou se convertit en glace.

16. M. M. Lavoisier & de la Place tirent un grand parti de cette découverte, dont resulta l'instrument très-ingénieux qu'ils nommèrent Calorimètre, avec lequel ils firent des expériences très-intéressantes décrites dans leurs Ouvrages. Cet ~~instrument~~ appareil consistoit en un grand vase en forme d'urne, que par la congélation forcée ils firent tapisser d'une couche de glace de plusieurs pouces d'épaisseur. Ce vase avoit un couvercle en haut par lequel on y introduisoit des Substances qui produisoient de la chaleur quand elles se réunissoient par combinaison chimique: après l'introduction de ces Substances, on remplaçoit le Couvercle, sur lequel on mettoit de la glace disposée à se fondre, dont l'eau s'écouloit extérieurement. Au bas de l'urne étoit une petite Ouverture par où s'écouloit l'eau de la glace fondue. Dans le vase par où s'écouloit l'eau de la glace fondue. Dans le vase par les opérations qui s'y passoient; quantité qu'ils recevoient soigneusement, & ils jugeoient par son poids de la quantité de chaleur produite dans ces opérations. Par des expériences directes sur la quantité de chaleur absorbée par la glace quand elle se convertit en eau, ils ne s'écartèrent que très-peu de la détermination du D^r Black.

17. Ce fut-là un bien grand pas dans la découverte des Causes physiques. Ces premières découvertes nous apprennent que le feu; cause du phénomène nommé chaleur, peut se combiner avec d'autres Substances de manière qu'il perde son effet distinctif, dont le signe principal est de produire l'expansion des corps; effet que nous mesurons par l'expansion du liquide dans nos Thermomètres.

18. Nous avons donc ainsi un point de température certainement fixe sur le Thermomètre, mais qui doit être déterminé dans la glace fondante; & c'est le point fixe inférieur de son Echelle, nommé 0 dans mon Thermomètre, & 32 dans le Thermomètre suivant la division de celui de Fahrenheit.

Article III. Du point fixe Supérieur du
Thermomètre, nommé chaleur de l'eau bouillante.

19. J'ai dit ci-devant que mon étude du Thermomètre avoit commencé dans le temps où l'on ne connoissoit que le Thermomètre d'esprit-de-vin de de Reaumur, & des Thermomètres à mercure de l'Abbé Nollet gradués par comparaison avec celui-là. Le point fixe Supérieur de ce Thermomètre étoit nommé Chaleur de l'eau bouillante, c'étoit son point 80, & son point fixe inférieur étoit 0, l'intervalle étoit divisé en 80 parties.

20. Je suivis d'abord le procédé décrit par de Reaumur, savoir de plonger le Thermomètre dans l'eau bouillante, & de l'en retirer dès que la liqueur commenceroit de s'élever vers le haut du tube. Les détails dans lesquels je vais entrer sur cet objet serviront de nouvel exemple de ce que j'ai dit dans l'Introduction à cet Ouvrage, que par quelque point que l'on commence l'étude des phénomènes physiques, on ne fait des progrès dans la découverte de leurs causes, qu'en embrassant diverses autres branches de phénomènes. Car la recherche de la cause qui produit les éclancemens de l'esprit de vin dans le tube des Thermomètres de de Reaumur m'entraîna dans une longue étude des phénomènes de l'Ébullition, dont je ne déca-
=vris la cause qu'en déterminant la nature de la vapeur aqueuse, fluide élastique dont les caractères sont très-distincts

de ceux des fluides nommés aëriiformes; & cette étude seule me fit
suivre beaucoup d'autres recherches que je détaillerai successivement.

21. La première remarque qui me dirigea dans ce phénomène
du thermomètre de de Reaumur, fut qu'au point d'où se faisoit l'élancement
de l'esprit de vin dans son tube, il se manifestoit une bulle d'air. Or je
conjecturai que ces bulles donnoient lieu à la formation de la vapeur ou
= queur dans le premier petit espace qu'elles occupoient d'abord, où
aussitôt elle se formoit en grande abondance, & que c'étoit cette va-
= peur qui chassoit l'esprit-de-vin vers le haut du tube.

22. Il y a un moyen de chasser les bulles d'air qui se manifestent
dans les tubes de ces thermomètres; c'est d'y fixer un fil avec un
double noeud coulant, & de les faire tourner rapidement dans l'air
à la manière d'une fronde; le liquide acquerra ainsi une force
centrifuge plus grande que l'air, il se porte fortement du tube dans
la boule, & les bulles d'air s'élevant du côté opposé, s'échappent
par le haut du tube; ce fut ce moyen que j'employai.

23. Je marquai avec un fil sur le tube de ces thermomètres
le point où la première bulle s'étoit formée, & quand elle fut chassée,
je le plongeai de nouveau dans l'eau bouillante; il ~~se~~^{se} forma une
nouvelle bulle, ^{dans le tube,} mais plus tard. Je continuai la même opération,
& à chaque fois la bulle se manifesta plus haut dans le tube; tellement
qu'entin il cessa de s'en former, & ce thermomètre d'esprit
de vin supporta la plus grande chaleur de l'eau bouillante.

24. Cette expérience commença de me découvrir la cause de
l'ébullition, & j'en fis une autre qui me confirma dans ma conjecture
sur cette cause; c'est-à-dire, que ce n'étoit pas la chaleur de
l'eau bouillante que cn. de Reaumur avoit obtenue par ce moyen,
mais celle de l'esprit de vin bouillant. J'avois observé avec un

thermomètre de mercure le degré de chaleur de l'eau quand la première bulle s'étoit formée dans le tube. Je mis dans un vase de métal du même esprit de vin prescrit par M. de Reaumur, qui devoit être composé d'1 partie d'eau & de 3 parties d'esprit de vin très-rectifié : je fis bouillir cet esprit de vin en plein air & j'y plongeai le même thermomètre, il s'y fixa au degré de chaleur où la première bulle d'air s'étoit formée dans le tube du thermomètre d'esprit de vin. Ce fut donc ainsi que je reconnus l'incertitude qui avoit dû régner dans le langage des physiciens, concernant les degrés de la chaleur, & la nécessité qu'ils s'accordassent à fixer toutes les conditions d'un thermomètre qui devint commun entre eux. J'ai donné dans la III^e Partie de mes Recherches, sur les modifications de l'Atmosphère l'histoire des différents thermomètres qui ont eu quelque réputation ; mais ici je ne m'arrêterai qu'à quelques points essentiels.

Article IV. Du liquide du Thermomètre.

25. On a vu ci-devant, par la comparaison des marches de thermomètres d'esprit de vin & de mercure entre leurs points fixes communs, qu'ils n'indiquent point les mêmes degrés de chaleur par les mêmes points de leurs échelles respectives. Mais j'ai montré de plus, dans le même Chapitre, par une suite d'expériences détaillées, dans le même Chapitre, qu'à mesure que l'esprit-de-vin est plus rectifié, c'est-à-dire qu'il conserve moins d'eau, la marque se rapproche le plus de celle du mercure. La marque générale des thermomètres d'esprit de vin comparativement à celle du thermomètre de mercure, ~~par conséquent~~ ayant l'un & l'autre le point 0 pris dans la glace fondante, & le point 80 dans l'eau bouillante est celle-ci : ils ont d'abord des pas plus grands ^{(commencant de s'abaisser au-dessus de 80 ;} en ~~partant de~~ ^{passant à mesure} qu'ils s'abaissent, leurs pas vont en diminuant jusqu'à ce qu'ils se rencontrent à 0 ; puis dans leur marche correspondante au-dessous

De ce point, les pas des thermomètres d'esprit-de-vin deviennent moins - des de plus en plus comparativement à ceux du Therm. de mercure, mais différemment. J'ai donné, à la p. 326 du 1^{er} Volume, une Table de comparaison des marches de différentes espèces d'esprit-de-vin comparativement à celle du thermomètre de mercure de 5 en 5 degrés de celui-ci.

26. Attribuant la différence des marches des différents thermomètres d'esprit-de-vin à celle de la quantité de ce qu'on nomme le flé- - me, soit de l'eau qui demeure combinée avec leur huile essentielle, il me vint à l'esprit de faire un thermomètre d'eau pure, pour mieux connaître l'influence du fléme dans la mar- - che des thermomètres d'esprit-de-vin. J'eus beaucoup de peine à construire ce thermomètre d'eau, à cause des bulles d'air qui s'y formaient d'un long temps, mais en faisant fortir, par la méthode indiquée ci-dessus, les bulles d'air à mesure qu'il s'en manifestait dans le tube j'obtins - enfin un thermomètre d'eau pure qui soutint la chaleur de l'eau bouillante.

27. Je fis alors la même expérience comparative de ce thermomètre d'eau avec celle du thermomètre de mercure, en y joignant un thermo- - mètre de l'esprit-de-vin prescrit par M. de Reaumur. Je les ^{placai} d'abord ensemble dans un ancr grand vase, où je fis bouillir l'eau; ils arrivèrent ensemble à leur point 80. J'avois mis des fils mobiles sur les tubes des thermomètres d'esprit-de-vin & d'eau, & à mesure que celui de mercure arrivoit à un de ses points de 5 en 5 degrés, j'amenois un des fils mobiles au point où se trouvoit le thermomètre auquel il appartenait. J'avois aussi préparé une échelle pour chacun des thermomètres, sur une planche couverte de papier, où j'avois transporté la distance entre les points fixes, puis divisée en 80 parties, & en plaçant chacun des thermomètres sur son échelle, je voyois où correspondoient

les fil. Les Echelle, étoient d'une assez grande étendue pour marquer en 10^{mes} de degré les points de rencontre. C'est ainsi que j'ai formé la Table suivante.

<u>Mercur</u>	<u>Espir. de l'air</u>	<u>Eau</u>
80.	80.0	80.0
75.	73.9	71.0
70.	67.8	62.0
65.	61.8	53.5
60.	56.8	45.8
55.	50.5	38.5
50.	45.0	32.0
45.	39.8	26.1
40.	35.0	20.5
35.	30.8	15.9
30.	25.5	11.2
25.	20.8	7.3
20.	16.3	4.1
15.	12.9	1.6
10.	7.9	0.2
5.	3.9	0.4
0.	0.	0.0

Dans les répétitions de ces expériences comparatives, je trouvois de petites différences, mais seulement dans les 10^{mes}. On peut donc considérer ces correspondances comme suffisamment exactes pour leur but physique.

28. Cette marche du thermomètre d'eau me conduisit à l'explication du phénomène surprenant, que le volume de l'eau augmente quand elle se convertit en glace. On avoit coutume d'attribuer ce phénomène à la quantité de bulles d'air qui se manifestent dans l'eau en ce moment; mais par nombre d'expériences & observations que j'ai faites, rapportées dans mes Ouvrages, j'ai trouvé une cause très-différente.

29. La formation de la glace est une vraie crystallisation de l'eau: C'est-à-dire, que les ~~parties~~ molécules de l'eau étant déjà fort rapprochées par la condensation précédente, elles tendent à se rapprocher par certaines faces, & leur mouvement en ce sens leur fait occuper plus d'espace. Les premières lames de glace qui se forment dans l'eau liquide, sont parfaitement transparentes, lorsqu'on les rompt, elles se

turnage dans l'eau; quand on n'agite pas l'eau, ces lames se multiplient & s'unissent, toujours en formant entr'elles le même angle dans l'eau encore liquide; & pendant quelque temps les bulles d'air qui commencent à se former dans l'eau viennent s'échapper à la surface. mais quand les lames de glace arrivent à traverser l'eau en toute direction, les bulles d'air qui continuent de se former, sont retenues entr'elles, & rendent fort poreuse la glace qui continue de se former, ce qui trouble sa transparence. J'ai observé même que ces bulles grossissent quoiqu'elles soient déjà enfermées de toute part dans la glace, & qu'elles augmentent leur volume comme celui de l'eau, même avec un effort qui rompt la glace à la surface.

30. D'après ces phénomènes, je jugeai que la diminution graduelle des condensations de l'eau au-dessous du point de l'eau bouillante est déjà produite par la même tendance des molécules à se cristalliser en glace, qui commençoit déjà de s'exercer dès ce moment, & je soupçonnai que même le développement de condensation de l'esprit de vin étoit occasionné par la même tendance dans les particules de l'eau unie à celles de son huile essentielle. Cependant cette conjecture ne pouvant être soumise à une expérience directe, il me vint à l'esprit d'en faire une qui tendroit au même but.

31. Le sel marin dissout dans l'eau, en retarde la congélation; il doit donc éloigner cet état auquel l'eau, près de se geler, éprouve une augmentation de volume, quoique encore liquide: j'entrepris donc de faire un thermomètre d'eau saturée de sel marin. J'eus beaucoup de peine à purger cette eau des bulles d'air qui montoient dans le tube, mais enfin je réussis. Je donnai à ce thermomètre les points fixes, 0 & 80, & j'y fis une échelle divisée en 80 parties, entre ces points, Or les condensations de cette eau salée allèrent même moins en croissant que celle de l'Esprit de vin le plus rectifié.

32. J'observai les marches correspondantes de ces thermomètres de la manière indiquée ci-dessus; elles sont rassemblées avec d'autres dans une

Table à la p. 271 du 1^{er} Vol. de mon Ouvrage dont j'e vais donner l'extrait,

<u>Th. de Mercure</u>	<u>Th. d'Esprit de vin</u>	<u>Th. d'eau salée</u>	<u>Th. d'eau pure</u>
80	80.0	80.0	80.0
75	73.8	74.1	71.0
70	67.8	68.4	62.0
65	61.9	62.6	53.5
60	56.2	57.1	45.8
55	50.7	51.7	38.5
50	45.3	46.6	32.0
45	40.2	41.2	26.1
40	35.1	36.3	20.5
35	30.3	31.3	15.9
30	25.6	26.5	11.2
25	21.0	21.9	7.3
20	16.5	17.3	4.1
10	12.2	12.8	1.6
0	7.9	8.4	0.2
5	3.9	4.2	0.4
0	0.0	0.0	0.0

33. Ma conjecture fut donc ainsi confirmée, quant à l'effet qui produiroit, sur la marche des condensations de l'eau, le moyen de retarder la congélation en la faisant de sel marin. Dès les premières condensations en partant de la chaleur de l'eau bouillante, on voit l'effet de ce que son point de congélation est par-là plus éloigné comme il l'est dans l'esprit de vin, & qu'ainsi les molécules n'exercent pas encore entr'elles cette ^{attraction} action qui s'exerce dans l'eau pure quand elles approchent de la température où, le crystalliser, l'arrangement qu'elles tendent à prendre entr'elles fait augmenter son volume quoiqu'encore liquide.

34. Je fis encore une autre expérience rapportée à la p. 235 du même volume, pour savoir quelle diminution de chaleur l'eau salée de ce thermomètre pourroit supporter sans se geler. Mais je n'avois alors à ma portée d'autre moyen de produire un froid artificiel que le mélange de ce même sel avec la glace;

mélange qui fit descendre ce thermomètre à -15 . Faisant attention à cet effet, je compris quelle étoit la cause & la limite. Le sel mis en contact avec la glace, l'empêche de perdre le feu latent appartenant à l'eau liquide; & au contraire la glace se transformant alors en un liquide absorbe du feu des corps environnans, ce qui les refroidit. La limite de cet effet est produite quand tout le solide de la glace est converti dans le liquide de l'eau salée dans lequel le feu qui s'y unit cesse de produire la chaleur.

35. Dirigé par ces premières expériences, j'entrepris les mêmes recherches sur d'autres liquides, comme pouvant conduire à connoître leur nature quant aux effets de la chaleur sur eux: expériences dont je ne doutois point qu'il ne résultât un nouveau motif pour les physiciens de convenir entre eux d'un certain liquide pour le thermomètre; afin de faire cesser les erreurs qui résultent ^{croient} dans leur expériences, tant qu'ils emploieroient des instrumens qui, avec le même nom, avoient cependant différens langages. Je fis donc successivement des thermomètres de différens liquides; & je décrirai d'abord un de ces thermomètres que je fis d'huile d'olive, parce que les phénomènes que j'y observai sont très-instructifs, tant sur la nature de la congélation, que sur la différence des phénomènes en différens liquides.

36. La congélation, suivant que je l'ai définie ci-dessus, peut-être considérée comme une crystallisation; effet qui s'opère par la tendance des molécules à se réunir par certaines faces quand elle sont assez rapprochées par la diminution de la chaleur. Or si, pour produire cette réunion elles doivent changer d'arrangement entr'elles de manière à augmenter le volume de liquide, cette augmentation commence avant

la congélation. Mais si l'arrangement des molécules entr'elles ne change pas alors, le volume du liquide peut continuer de diminuer régulièrement; & si au contraire elles prennent un arrangement qui tende à diminuer ce volume plus que par la simple condensation continuée, quand elles se rapprochent assez pour former des crystaux, le volume du liquide peut diminuer tous-à-coup.

37. Tel est le cas de l'huile d'olive: la congélation y forme de petits cristaux qui, quoique mols, ont une figure régulière, & qui, au contraire de ceux de l'eau, étant d'une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'huile, y descendent lorsqu'ils sont libres. Mais les molécules de cette huile étant visqueuses, elles ont entr'elles une adhérence qui retarde beaucoup l'effet de leur tendance à se réunir pour former des cristaux; ce qui maintient cette huile liquide beaucoup au-dessous de la température où elle commence de se congeler lorsqu'elle y est disposée.

38. Les expériences sur ce thermomètre commencent à la p. 238 du 1^{er} Vol. de mes Recherches sur les mod. de l'atmosphère, & en voici un abrégé. Pour faire subir à ce thermomètre le plus grand degré de refroidissement qui fût alors à ma portée, j'e pris un grand vase pour y mêler la glace pilée avec le sel marin, afin que le degré de refroidissement que j'aurois observé durasse plus long temps; & voici les effets que j'observai.

39. Dès que la glace fut à demi fondue, je mis dans le vase un thermomètre de mercure avec celui d'huile d'olive, & l'huile demeura liquide ^{dans son thermomètre} quoiqu'elle descendit à 14 degrés au-dessous de 0 de sa propre échelle, & celui de mercure étoit descendu à peu-près autant. Le mélange dans le vase se réchauffant, le th. de mercure remonta par degrés à - 8, & celui d'huile demeura toujours plus bas. Les choses étant dans cet état, j'e fus

étonné de voir le thermomètre d'huile demeurer fixe, tandis que celui de mercure continuait de monter : quand il fut à 0, celui d'huile étoit encore à $-6\frac{1}{2}$: mais quand le premier arriva à $+5$, la dilatation de l'huile s'étant accélérée, ce thermomètre étoit arrivé à $+4\frac{1}{2}$; enfin, quand le thermomètre de mercure fut arrivé à $+14$, celui d'huile se trouva à $+9\frac{1}{2}$; les mêmes points de correspondance que j'avois observé dans l'air de ma chambre avant ces expériences.

40. La bizarrerie de ces résultats m'engagea à répéter les mêmes expériences avec plus de soin & d'attention. Cette fois, dès que le mélange de glace pilée & de sel fut fait dans mon vase, j'y placai les deux thermomètres : celui de mercure descendit à -17 , & celui d'huile arriva à -20 : cependant l'huile étoit encore transparente, preuve qu'elle n'étoit pas encore figée, & les deux thermomètres demeurèrent demi-heure aux mêmes points. Quand le mélange dans le vase commença de se réchauffer, les deux thermomètres remontèrent ensemble d'environ 3 degrés. Alors celui d'huile s'arrêta, peu de temps après il commença de descendre, tandis que le mélange commençoit de se réchauffer : l'huile dépassa d'abord de plusieurs degrés le point d'où elle étoit remontée, & enfin elle se retira entièrement dans la boîte, où étant figée, elle avoit perdu sa transparence.

41. Cette dernière expérience prouve ce que j'avois conjecturé, que la tendance ~~des molécules~~ des molécules des liquides à se réunir par certaines faces pour produire la crystallisation, qui constitue la congélation, ne peut s'exercer que difficilement dans l'huile d'olive, à cause de sa viscosité ; de sorte qu'il faut

la durée d'un certain degré de froid, outre son intensité, pour y produire cet effet. Nous en avons aussi la preuve chaque hiver dans notre climat; car cette huile gardée dans nos vases en des lieux où l'eau ne gèle point, après y être demeurée transparente quelque temps, devient enfin opaque en le figeant. 21

42. Cette expérience prouve aussi, qu'il n'est point attaché à la congélation, comme circonstance essentielle, que le liquide éprouve une augmentation de volume à l'approche de la congélation; puisque le volume de l'huile, au contraire, éprouve une diminution subite quand elle a lieu; parce que la tendance à s'arranger par certaines forces ne change pas leur arrangement relatif, & paroit même contribuer à leur faire occuper moins d'espace. Ces différences de phénomènes manifestent la cause générale de ceux qu'on observe dans différents corps lorsqu'ils passent de l'état liquide à l'état solide par refroidissement, mais à des degrés très-différents de température. Cependant je ne m'étendrai pas sur cette classe de phénomènes, n'ayant ici pour objet que ce qui regarde le Thermomètre.

43. J'ai dit ci-devant que j'avois construit des thermomètres de différents liquides, pour chercher à découvrir, par la comparaison de leurs marches, celui qui suivroit le plus probablement les pas de la chaleur elle-même. J'expliquerai ci-après un moyen que j'employai pour déterminer le rapport direct des changements de la chaleur avec la marche du Therm. de mercure; mais pour cette comparaison il suffira de dire que, d'après ces expériences, lorsque la chaleur elle-même est à 40° point moyen entre 0 & 80, le Therm. de mercure est à 38,6 de son Echelle. C'est à ce point que j'ai comparé ceux où le trouvoient les thermomètres des différents liquides suivants. Les détails des expériences qui m'ont fourni ces points sont à la p. 311 du 1^{er} Volume de

mes Recherches sur les modif. de l'Atmosphère.

Chaleur réelle	40.
Mercur	38.6
Huile d'olive	37.8
Huile de lin	37.8
Huile essentielle de camomille	37.2
Huile essentielle de Serpolet	37.1
Eau saturée de sel marin	34.9
Esprit de vin rectifié	33.7
Eau commune	19.2

L4. On voit donc combien peu les précédens physiciens pouvoient s'entendre entr'eux quant aux degrés de chaleur indiqués dans les détails de leurs expériences ; puisque non-seulement les thermomètres qu'ils employoient n'avoient pas des points fixes, bien déterminés, mais qu'ils étoient fait de différens liquides. C'est ce qui me détermina de tenter l'expérience annoncée ci-dessus, pour découvrir celui des liquides qui approchoit le plus de l'ivoire, par les changemens de volume, la marque réelle de la chaleur.

L5. Cette expérience m'avoit été suggérée par feu mon ami & compatriote M. G. L. Le Sage. Son but, qui sa santé ne lui avoit pas permis de suivre lui-même, étoit de produire ce qu'il nommoit un thermomètre équi-différentiel ; c'est-à-dire qui exprimât des différences de la chaleur égales entr'elles, sans détermination des quantités absolues, ce dont il ne voyoit aucun moyen.

L6. J'ai expliqué ce plan & détaillé son exécution dès la p 290 de mon 1^{er} Volume. Il consistoit à prendre de grandes masses égales d'eau à différentes températures connues, de les mêler ensemble avec les précautions indiquées ; puis observer la température moyenne qui en résulteroit ; de chercher ensuite des termes moyens entre ce premier & le point 0 d'un côté, & le point 80 de l'autre & d'autres

23

points moyens entre ces derniers, jusqu'à former l'échelle entière. J'ai donné ces points correspondans des chaleurs réelles, avec l'Echelle de Therm. de mercure dans une Table à la p. 301, & je la copierai ici pour montrer combien le Thermomètre de mercure se rapproche d'indiquer par des degrés égaux la marche réelle de la Chaleur.

<u>Chaleurs réelles</u>	<u>Points correspondans</u> <u>de Therm. de mercure</u>
80.....	80
75.....	74.7
70.....	69.4
65.....	64.2
60.....	59.0
55.....	53.8
50.....	48.7
45.....	43.6
40.....	38.6
35.....	33.6
30.....	28.7
25.....	23.8
20.....	18.9
15.....	14.1
10.....	9.3
5.....	4.6
0.....	0.0

47. J'étois ainsi arrivé au point que je me tois proposé dès l'année 1747, lorsque je me tois devoué à l'étude du Thermomètre. Ce travail m'employa beaucoup plus de temps que je ne l'avois prévu, car il ne fut fini qu'en 1760. Mais les expériences auxquelles ce seul objet m'engagea me parurent si importantes que je ne regrettai pas ce temps. On a déjà vu, & l'on verra toujours davantage, dans combien de branches de physique ce seul objet m'entraîna: outre que je considérois comme un point très-important aux progrès de la Physique, que les physiciens n'employassent qu'un même Thermomètre. Cependant je vis bien que

la couleur rouge qu'on donne à l'esprit de vin, pour la colonne devenir ainsi plus visible, déterminoit le choix de ce thermomètre, non seulement du public, mais de divers physiciens: ce qui me fit imaginer un moyen aisé de donner au thermomètre d'esprit de vin une échelle comparable à celle du thermomètre de mercure; ce que j'exécutai au moyen d'un Plancher gravé, placé à la fin du 1^{er} Volume, avec la manière d'en faire usage pour donner à tout thermomètre d'esprit de vin des degrés correspondans à ceux du thermomètre de mercure.

Article V. Raisons d'employer uniquement le mercure pour le thermomètre.

48. Cependant le long cours de mes expériences m'ayant conduit ~~conduire~~ à étudier avec beaucoup d'attention le mercure dans mes thermomètres, je n'abandonnai pas le dessein de tâcher d'engager les physiciens de s'y fixer. Pour cet effet je rassemblai, dès la p. 314 du 1^{er} Vol. du même Ouvrage les diverses raisons de l'employer, que je rappellerai ici. — 1. Le mercure est si près de mesurer par ^{les} degrés égaux de son échelle des degrés égaux entr'eux de la chaleur, que cette exactitude est suffisante pour la plupart des expériences aux quelles on emploie le thermomètre. — 2. Les thermomètres de mercure sont plus aisé-ment purgés d'air, que ceux de tout autre liquide; j'en ai décrit la méthode. — 3. De tous les liquides autres, le mercure ^{est} le plus prompt à mesurer de grands degrés de chaleur, comme je dirai ci-après. — 4. Le thermomètre de mercure se conforme le plus promptement à la température du lieu où il ^{est} transporté. — 5. Tous mercures ont la même marche dans les dilatactions par la chaleur; ce qu'on ne peut attendre des autres liquides, quoiqu'ils portent le même nom.

Article VI. Détails concernant les tubes & boules des thermomètres de mercure.

49. Pour compléter les détails sur la construction du thermomètre, d'après la longue habitude que j'ai eue de construire cet Instrument, j'indiquerai, dès la p. 393 de mon 1^{er} Volume, des méthodes pour les objets suivans.

1. D'examiner les tubes qu'on y destine, afin de n'employer que ceux dont le canal est absolument égal dans toute la longueur, ou d'avoir égard, en divisant l'Echelle, aux petites inégalités qui pourroient s'y manifester. — 2. De proportionner les boules aux tubes ainsi choisis, afin d'avoir une échelle qui aût assez d'espace au-delà des deux points fixes pour les expériences qu'on a en vue. — 3. De connaître aisément si le mercure qu'on emploie est parfaitement pur; sans quoi il salit le canal, & la colonne se divise. — 4. Enfin, dès la p. 602, j'explique le moyen que j'avois employé pour faire soutenir à un thermomètre de mercure la chaleur du mercure bouillant; ce que je n'exécutois qu'avec beaucoup de peine, par l'exactitude avec laquelle il faisoit chasser tout l'air. Quand j'eus réussi, le thermomètre indiqua la chaleur du mercure bouillant à environ 600 degrés de son échelle.

50. Quand on a ainsi chassé tout l'air du mercure d'un thermomètre, & qu'on l'a scellé, en faisant monter le mercure, par une chaleur suffisante, jusqu'à l'extrémité de la pointe même, qu'on scelle alors à la flamme d'un chalumeau, ~~ou~~ si on le renverse quand il est refroidi, on voit le mercure couler dans le canal jusqu'à cette pointe, contre laquelle il vient frapper. Alors il se manifeste comme une petite bulle dans la boîte, mais ce n'est pas une bulle d'air, c'est un espace vide d'air; car en redressant le thermomètre cette bulle disparaît. Il est nécessaire de faire la même opération pour tous les thermomètres destinés au transport, qu'on se tient à quelques degrés au-dessus de l'eau bouillante; parce que sans cela leur colonne peut se diviser par des secousses: ainsi tous les thermomètres que j'emploiois dans mes courses sur les montagnes étoient construits de cette manière.

51. Ces expériences, qui n'avoient pour but que la construction du thermomètre, m'avoient occupé 13 ans; mais, elles m'avoient conduit, comme on l'a vu, à ces trois résultats essentiels. — 1. Que les différents liquides

commentent de bouillir à différentes températures. — 2. Que tout liquide, en en faisant échapper l'air libre dans un tube de thermomètre, rend cet instrument capable de supporter la chaleur de l'eau bouillante. — 3. Que les différents liquides ont différentes marches dans leurs expansions, — comparativement à des changemens de la chaleur égale entière. — 4. Enfin, j'avois observé que les degrés de chaleur de l'eau bouillante dépendoient de la hauteur actuelle du Baromètre; l'eau acquerant une plus grande chaleur avant que de bouillir quand la hauteur du Baromètre étoit plus grande. Or comme mes expériences précédentes, m'avoient appris que l'ébullition étoit produite par la vapeur aqueuse qui se formoit dans des bulles d'air au sein de l'eau, il étoit important, pour déterminer la nature de cette vapeur, de découvrir pourquoi elle ne pouvoit se former qu'à une certaine densité sous une pression donnée de l'air, déterminée par la hauteur du Baromètre.

52. Réfléchissant sur cet objet, il me parut qu'un premier guide vers la découverte de la cause, ou des causes, de ce rapport, pouvoit être de déterminer par l'expérience, la loi que suivent les augmentations de chaleur de l'eau bouillante correspondantes à celles de la hauteur du Baromètre; par où la nature de cette loi pouvoit manifester ^{la nature} ~~cette~~ des causes qui agissent dans ce phénomène. Je formai donc encore cette entreprise; mais elle fut ~~encore~~ ^{aussi} sans succès. Je formai donc encore cette entreprise; mais elle fut ~~encore~~ ^{aussi} sans succès. Je formai donc encore cette entreprise; mais elle fut ~~encore~~ ^{aussi} sans succès.

Article VII. Recherche des rapports des degrés de chaleur de l'Eau bouillante, avec les hauteurs du Baromètre.

53. J'ai rapporté dès la p. 382 du 1^{er} Vol. de mes Recherches sur les modifications de l'atmosphère, mes expériences sur cet objet. Ces expériences commencèrent par deux voyages que je fis en May- & en Juin 1762; partant de Genève dans l'un & l'autre, suivant la route vers Turin par le Mont-Cenis; puis de Turin à Genève & ainsi jusqu'au plus bas niveau de notre Continent, celui de la mer. Dans le cours

de ces deux Voyages j'observai la hauteur du Baromètre & la chaleur de l'eau bouillante à nombre de différentes élévations. Le point le plus élevé de mes observations fut un rocher qui domine beaucoup la gorge par laquelle on traverse le Mont-Cenis, sur lequel le Baromètre ne se tint qu'à 21 p. 11 lig. du Pied de France; puis au bord de la mer à Gènes il se tint à 28 p. 5 lignes; ce qui fait une différence de 6 p. 6 l. dans la hauteur du Baromètre. Or la différence de chaleur de l'eau bouillante fut de plus de 7 degrés de l'Echelle de mon Thermomètre.

54. Cet effet étoit assez grand pour mériter d'être déterminé avec toute l'exactitude possible, ^{afin} d'obtenir la vraie loi. Je fis pour cela divers Voyages, dans lesquels je passai chaque fois du bord de la mer sur diverses montagnes; faisant toujours les observations à diverses hauteurs intermédiaires. Enfin, en l'année 1765, je fis un voyage dans les Alpes de Savoye jusqu'à la hauteur d'environ 10,000 pieds de France au-dessus du niveau de la mer; & à mesure que je m'élevais sur la route, je fis les observations de la hauteur du Baromètre & de la chaleur de l'eau bouillante.

55. Ces observations sont détaillées dans mon Supplément à la fin du 2^e Vol. de mes Rech. sur les mod. de l'Atmosphère. Là, pour montrer ^{que ces expériences devoient être très exactes, & de ce que je donnai, avec des figures, des moyens d'exactitude que j'avais employés}, avec des figures, la description des Instrumens que j'avois employés, avec les motifs de leur construction particulière, ~~pour être en état de juger par toutes les circonstances que ces observations correspondantes étoient très exactes.~~ La Table de ces observations est à la p. 340 du même Volume: on y voit, que la plus grande hauteur du Baromètre au bord de la mer fut 28 p. 5 lig. $\frac{1}{4}$, & la chaleur de l'eau bouillante 81, 9 de mon Thermomètre. Au Sommet de la Montagne le Baromètre ne se tint qu'à 19 p. 7 lig. $\frac{1}{2}$ & la Chaleur de l'eau bouillante ne tint le même Thermomètre qu'à 73, 2. Voilà donc 8:7 de diminution dans la chaleur de l'eau bouillante, correspondant à l'abaissement de 8 p. 10 lig. du Baromètre. Rapporté après grand p. pour chercher une équation qui pût ramener le point immédiatement observé sur le Thermomètre à ce qu'il auroit été si le Baromètre

avoir été à une certaine hauteur, ^{dont il} ~~il~~ falloir convenir.

56. J'avais 30 de ces observations correspondantes à diverses hauteurs sur l'exactitude desquelles je pouvais compter. Je formai un Table de ces observations, ce qui m'y fit découvrir une loi générale, savoir, que les diminutions de la chaleur de l'eau bouillante de terme en terme, suivent une loi croissante comparativement à des abaissements égaux du Baromètre. Je cherchai à déterminer une loi régulière de ces décroissements, afin de ramener les observations actuelles de la chaleur de l'eau bouillante à ce qu'elles seroient par une certaine hauteur du Baromètre: je déterminai cette hauteur fixe à 27 pouces de France, parce que dans toute ville ce point pourroit être observé, en quelques lieux comme le plus haut, en d'autres, comme le plus bas, de sorte qu'on pourroit vérifier partout immédiatement la loi qui seroit déterminée.

57. En essayant diverses lois j'en trouvai heureusement une qui rendoit cette correction fort aisée; ce fut la progression harmonique avec un certain coefficient; parce qu'on pourroit ainsi employer les différences des logarithmes des hauteurs du baromètre, pour avoir la chaleur correspondante de l'eau bouillante. Ce fut ainsi que je calculai toutes mes observations: la Table des résultats de ce calcul est à la p. 343 du même Volume, dans laquelle on voit que la fixation du coefficient est assez exacte pour ne laisser que de petites différences en plus & en moins qui, se compensant dans la totalité, montrent que la vraie loi a été très - approchée, malgré les petites ~~exactes~~ inexactitudes inévitables dans l'observation elle-même.

58. Ayant ainsi sous les yeux un tableau des changements comparatifs de la chaleur de l'eau bouillante avec les hauteurs du baromètre suivis dans une loi régulière, je crus voir que cette loi pourroit conduire, non seulement à découvrir la cause de l'ébullition, mais la nature de la vapeur aqueuse; objet de grande importance dans la Physique; principalement parce qu'il me parut que ces recherches

29

pouvions mieux fixer la nature des fluides permanents; ceux que la pression ne décompose pas; au lieu que la vapeur aqueuse est décom-
posée par trop de pression; & même que cela pourroit fournir un
moyen de déterminer la nature d'autres fluides, qui ne sont pas eux-
mêmes perceptibles, & ne se manifestent que par quelqu'un de leurs
ingrédients, qui s'en trouvent séparés par la pression.

59. Avant que d'entrer dans ces détails, dans mon Ouvrage, je les
fais précéder de cette question, à la p. 346: "Quelle est la cause
qui produit, dans la chaleur de l'eau bouillante, un maximum qu'elle ne
peut dépasser dans un même état de l'air; & donc les changemens quand
cet état vient à changer, suivent une progression harmonique quand
les hauteurs du Baromètre sont prises en progression arithmétique?"
La recherche de cette cause m'entraîna dans un grand nombre d'expériences,
dont les détails s'étendent jusqu'à la p. 398; mais je n'eus pas regret
au temps que j'y employai, parce que j'arrivai à diverses conclusions, très
importantes en Physique, que je rapporterai successivement.

60. Je commencerai par indiquer la conclusion finale, à laquelle
j'arrivai ensuite par des expériences. "La chaleur de l'eau bouillante
est déterminée par deux causes opposées; l'une qui la produit,
l'autre qui la diminue. La cause qui augmente cette chaleur, est le
feu qu'on applique à l'eau par l'extérieur du vase; celle qui la diminue
est la chaleur qui se dissipe par la surface exposée à l'air. Or l'effet
immédiat qu'on observe est la vapeur aqueuse qui s'en échappe, c'est
donc cette Vapeur qui emporte la chaleur ^{qui empêche} l'eau de s'échauffer au-delà
d'un certain point fixe, par chaque hauteur du Baromètre."

61. Cette conclusion me conduisit à l'idée que le Dr. Black d'Edinbourg a
aussi exprimé le premier, que la Vapeur aqueuse est composée d'eau &
de ce qu'il nommoit chaleur latente, dont je changeai seulement l'expression
en celle de feu latent; considérant le feu comme un fluide élastique dont
l'effet, quand il est libre, est de dilater les corps, plus ou moins selon la quan-
tité; & c'est ainsi que nous avons la mesure de la quantité par le degré de

dilatation du liquide du thermomètre. Mais ^{quand} le feu est entré en combinaison avec l'eau ou d'autres substances, cessant de pouvoir pénétrer le thermomètre pour dilater son liquide, il échappe, ainsi à notre observation. Tel est, en d'autres termes, ce que le D^r Black nomme chaleur latente dans la Vapeur aqueuse.

62. Mais cet éminent physicien fit un pas de plus, & aussi avec son ami M. James Watt, dont j'ai déjà fait mention au sujet de la chaleur latente dans l'eau; ce fut celui de déterminer la quantité de feu latent dans la vapeur aqueuse; expérience que M. Watt eut encore la bonté de répéter en ma présence dans un voyage que je fis à Birmingham. J'ai donné les détails de cette expérience dès la p. 216 du 1^r Vol. de mon Ouvrage intitulé Idées sur la Météorologie, & voici son résultat tel qu'il est exprimé à la p. 224. " Si la quantité de feu qui devroit latent dans une certaine masse de vapeur produite par l'eau qui bouillit, tandis que le Baromètre est à 30 pouces anglais ($28\frac{1}{2}$ de France) devoit lever une libre dans une substance non-évaporable de même capacité & pesanteur spécifique que l'eau, elle élèveroit de 943 deg. de Fahrenheit ($419\frac{1}{2}$ des nôtres) la chaleur d'une masse de cette substance égale à celle de l'eau contenue dans la vapeur décomposée."

63. Ce fut-là, dis-je, un très-grand pas fait par ces deux célèbres physiciens dans la découverte des causes qui agissent dans les phénomènes observés sur notre globe & qui ne se manifestent pas d'abord elles-mêmes. Cependant il restoit une recherche à faire pour découvrir la cause qui permet la formation de la vapeur aqueuse dans l'intérieur de l'eau qui bouillit, & même en plus grande quantité qu'à la surface.

Art. VIII. Recherche des raisons pour lesquelles la vapeur aqueuse n'est produite, au sein des liquides que dans des bulles d'air, & des causes de la formation de ces bulles.

64. Une autre circonstance qui, par degrés, me conduisit à découvrir pourquoi la vapeur aqueuse ne pouvoit conserver qu'un certain degré de densité à son maximum, sous chaque degré de pression de l'atmosphère.

indiqué par le Baromètre, fut que j'e remarquai qu'au sein de l'eau (et de tout autre liquide) elle ne se formoit que dans des bulles d'air, & ainsi dans des espaces dont une des surfaces étoit libre n'étant en contact qu'avec l'air de la bulle, tout comme à la surface extérieure de la masse elle n'est en contact qu'avec l'air environnant; & que cependant, dans ces bulles, elle étoit soumise à la pression de l'Atmosphère sur l'eau elle-même. Cette remarque m'intéressa beaucoup, & je résolus d'étudier plus particulièrement la formation de ces bulles d'air dans l'eau en différentes circonstances.

65. Dans le cours de mes Voyages dans les Alpes, j'avois vu un phénomène qui prouve que la chaleur n'est pas la seule cause qui dégage l'air de l'eau; que la percussion en est une cause bien plus puissante. Ce sont des soufflets qu'on emploie pour les forges & les fonderies dans les montagnes. On se sert d'un tuyau de bois assez large, soutenu verticalement & aussi haut que la provision peut le permettre, dans l'extrémité supérieure duquel entre un fil d'eau qu'on y conduit d'une plus ou moins grande distance. Cette colonne d'eau tombe dans une cuve couverte, ayant sur son fond une grande pierre plate, sur laquelle l'eau frappe, & cette percussion dégage une si grande quantité d'air qu'un tuyau, partant du couvercle de la cuve & conduit dans les fourneaux de fonderies y produit un des plus forts soufflets.

66. Cet effet que j'avois remarqué dans les montagnes, m'engagea de fixer mon attention sur l'instrument de physique nommé Marteau d'eau; consistant en un large tube de verre, au bas duquel est une boule de verre, & dont le haut est tiré à la lampe en une pointe fine. Ce tube est d'abord rempli d'eau jusqu'à une certaine hauteur; on le plonge ensuite dans l'eau bouillante, qui dilate l'eau dans l'instrument, la fait monter jusqu'à la pointe, & lorsqu'elle commence de sortir, on la scèle avec un chalumeau, retirant en même temps la boule de l'eau bouillante. Quand l'eau intérieure se condense, elle se trouve ainsi dans le vide; & quand alors on secoue l'instrument, on le faisant mouvoir rapidement de

bas en haut & de haut en bas, la colonne d'eau se sépare au point où il se manifeste une bulle d'air; qui monte dans le vide; & la partie soulevée n'est plus point arrêtée par de l'air dans la chute, produit sur la partie inférieure un choc semblable à un marteau frappant sur un corps dur. A chaque choc qu'on produit ainsi, il se manifeste une bulle d'air qui monte dans le vide, & après qu'il s'en est manifesté un grand nombre, l'instrument cesse de produire son effet; la colonne ne se sépare plus, par des secousses. Il faut alors renverser l'Instrument, pour que la pression de l'eau contre le sommet, y fasse par degrés rentrer l'air qui en étoit sorti par la durée des secousses.

67. Cet Instrument me fit naître l'idée de joindre la percussion à la chaleur pour priver une masse d'eau d'autant d'air qu'il seroit possible, afin de voir quel degré de chaleur elle pourroit supporter sans bouillir. Je fis un grand nombre de tentatives sans succès; cependant, comme chaque essai m'instruisoit sur les précautions que je devois prendre, je réentis jusqu'à un certain point. J'ai décrit, dès la p. 389 du 2^e Vol. de mes Recherches sur les modifications de l'Atmosphère, la manière dont je procédois à cet égard. Ces expériences furent faites dans un petit Matras de verre bien transparent, dans lequel étoit renfermé un très-petit thermomètre de mercure, dont les degrés étoient marqués par des fils sur son tube. J'avois besoin d'une plus grande chaleur que celle de l'eau bouillante, soit à mesure que l'eau du matras pouvoit supporter une plus grande chaleur, soit pour connaître le degré de chaleur appliqué à l'extérieur du matras. J'employai pour cet effet un vase contenant de l'huile de noix, dans lequel je placai un thermomètre.

68. Je fis ces expériences en 1771: la dernière commença le 3^e Mars & continua jusqu'au 15. Avril. Durant tout ce temps-là je ne cessois de secouer l'eau dans mon matras que pour me coucher; car je continuois, soit en mangeant, soit en conversant avec mes amis.

L'extrémité de mon matras étoit terminée en un pointe mince, je faisois, de temps en temps monter l'eau jusqu'àuprès de cette pointe par la chaleur de l'huile de noix, je rompis alors la pointe pour faire sortir l'air déjà dégagé, puis je la scellois de nouveau. J'employai divers moyens, décrits dans mon Oeuve, pour aider ces opérations; souvent, par exemple, l'eau de mon matras - réservoir de se séparer par les secousses; je le plongeais alors dans l'huile chaude, ce qui faisoit dégager quelque bulle d'air, & je pouvois recommencer.

69. Je terminai ces opérations par lassitude, sans avoir chassé tout l'air de l'eau de mon matras. La conclusion, rapportée à la p. 397 du même Volume, est celle-ci. Ayant rompu la pointe pour laisser agir la pression de l'Atmosphère sur l'eau du matras, elle supporta sans bouillir, une chaleur de $89\frac{4}{5}$ degrés, & le Therm. dans l'huile étoit à 98.

70. Nous avons ainsi la preuve de la proposition que j'ai énoncée ci-dessus, savoir, que la vapeur aqueuse ne peut être produite qu'à des surfaces de l'eau qui ne communiquent qu'avec l'air; celui-ci ne résiste pas à la formation: car celle qui sort du sein de l'eau bouillante s'est formée dans des bulles d'air. Ainsi, quand l'eau bout dans un vase ouvert, ~~soit~~ & que par conséquent la pression de l'Atmosphère s'exerce sur elle, la vapeur qui se forme dans les bulles d'air intérieures n'acquiert de densité qu'en proportion de cette pression; car dès que la vapeur a acquis cette densité, elle s'échappe au dehors.

71. La conclusion générale des expériences précédentes est donc celle que j'avois annoncée avant que d'en donner ces preuves. Le degré de chaleur qu'acquiert l'eau bouillante est déterminé par deux causes opposées; l'une, la chaleur qu'on lui applique extérieurement, qui, si rien ne la compensoit, l'échaufferoit au point dont on a connu l'absence dans le Digesteur de Lavoisier; mais cette chaleur procédant de l'extérieur, & constamment compensée par la vapeur qu'elle produit. C'est ainsi que la chaleur de l'eau bouillante suit la loi des pressions de

l'Atmosphère, quelque degré de chaleur qu'on lui applique à l'extérieur; par un plus grand degré de cette chaleur ne produit qu'une plus grande quantité de vapeur dans un même temps.

72. On apperçoit l'effet de ces deux causes, quand on fixe le point de la chaleur de l'eau bouillante sur les thermomètres, car le haut de la colonne n'est point stable; on la voit s'élever & s'abaisser par des espèces d'oscillations, quelque fois 1 degré de l'Echelle de Fahrenheit: la colonne s'élève dans l'instant où de nouveau feu entre dans l'eau, jusqu'à ce que l'évaporation compense cette augmentation de chaleur, & elle s'abaisse quand cette compensation est produite.

73. Un célèbre physicien anglais, M. Henry Cavendish a fait un pas de plus dans cette recherche, ayant trouvé un moyen de prévenir les oscillations du haut de la colonne quand on fixe le point de l'eau bouillante sur les thermomètres: il avoit remarqué ces oscillations, & ayant conclu comme moi qu'elles provenoient de l'espace de temps qui s'employoit avant que la vapeur fût formée & ^{de la sorte} ~~de la sorte~~, il avoit pensé que le point ^{de la chaleur de l'eau bouillante} devoit être déterminé dans la vapeur elle-même à l'instant où elle s'échappe de l'eau. Voici l'occasion de ces expériences.

74. La Société royale avoit nommé un Comité pour fixer le rapport des degrés de chaleur de l'eau bouillante, sur le thermomètre portant l'échelle de Fahrenheit, la seule employée en Angleterre, & comparativement au Baromètre divisé en pouces anglais; ce que M. Cavendish avoit entrepris: & comme j'avois déterminé ces rapports sur l'échelle de mon thermomètre, comparativement au Baromètre divisé en pouces de France, j'eus nommé de ce Comité, afin que ces expériences fussent faites de concert entre M. Cavendish & moi, en présence d'autres Membres de la Société royale qui devoient faire leur rapport.

75. M. Cavendish avoit fait construire un Vase de fer blanc avec haut pour faire bouillir de l'eau sur son fond, & pour y introduire les thermomètres, avec un moyen sûr de connoître si leurs boules, sans

toucher l'eau, recevoient immédiatement la vapeur qui s'élevait de la surface. Or par cette méthode, le haut de la colonne demeurait absolument stable; & par le calcul de la différence des hauteurs du Baromètre, le résultat se rapporta exactement à mes expériences. On adopta donc ma formule pour réduire les hauteurs observées du thermomètre dans l'eau bouillante à ce qu'elles auroient été par une hauteur déterminée du Baromètre; seulement on fixa cette dernière à 30 pouces anglais; hauteur qu'on observe fréquemment à Londres, dont le sol est peu élevé au-dessus du niveau de la mer.

76. Par toutes les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, concernant les phénomènes de l'eau bouillante, on a vu constamment que la vapeur aqueuse ne se forme que dans des bulles d'air produites dans son sein; & ainsi à des surfaces où l'eau ne communique qu'avec l'air dans ces bulles, comme elle se forme à la surface extérieure de la même mer laquelle repose l'air de l'Atmosphère. C'est de ce fait que j'ai conclu la théorie suivante sur la nature & la formation de la vapeur aqueuse; que j'ai expliquée en détail dans mon Ouvrage intitulé Wear sur la Méteorologie, publié à Londres en 1786, & auquel je renverrai souvent dans la suite.

77. ^{Cette théorie} ~~Cette théorie~~ a pour fondement une belle théorie de Dan. Bernoulli sur la nature des fluides élastiques, que toutes mes expériences confirment & dont les phénomènes de la vapeur aqueuse, telle que je la définirai, sont un exemple. Selon cet habile physicien, les particules de tous les fluides élastiques sont discretés, c'est-à-dire, séparées entr'elles par des espaces plus ou moins grands suivant leur degré de densité, & leur pression sur les corps s'exerce par des chocs. C'est de là que résulte la loi connue que cette pression est proportionnelle au quarré de la densité de ces fluides; Chaque couche qui frappe à la fois exerce la pression proportionnelle à sa propre densité; mais elle se succède plus rapidement à proportion de la densité de la masse elle-même.

ce qui produit la raison doublee, ou des quarrés.

18. Maintenant, le feu est au nombre des fluides élastiques, donc ainsi les particules sont en mouvement; & c'est par cette action mécanique qu'il dilate les corps. Voyons ce qui doit résulter de ces mouvements au surfaces libres de l'eau, & nous y trouverons la nature de la Vapeur aqueuse, telle que je l'ai définie & prouvée par des expériences directes dans l'Ouvrage cité ci-dessus.

19. Cette vapeur est composée de particules d'eau, & d'une certaine quantité de feu qui, leur étant uni, les fait participer à son mouvement; ce qui produit l'expansibilité de la vapeur. Mais comme je l'ai prouvé, les particules de l'eau ont plus de tendance à se réunir entr'elles qu'à s'unir à celles du feu; il faut donc que les particules d'eau soient séparées de la masse par le choc des particules du feu. Telle est la raison de ce que, dans le sein de l'eau, la vapeur ne se forme que dans des bulles d'air: or voici ce qui se passe à une surface libre de l'eau. Les particules du feu étant sans cesse en mouvement au tour de l'eau & dans son intérieur, celles qui entrent dans l'eau s'y distribuant instantanément dans toute la masse, n'y peuvent produire aucune évaporation; mais celles qui arrivent du dédaus à la surface, trouvant les particules de celle-ci sans autre appui extérieur que celui de l'air, les détachent, & les entraînent tout-à-coup à une telle distance, qu'elles n'ont plus de tendance à retourner à la masse.

20. Cette théorie est d'abord confirmée par deux phénomènes connus. C'est premièrement la raison du refroidissement de tous les liquides qui s'évaporent; parce que le feu latent qu'emporte la vapeur à une beaucoup plus grande proportion avec la quantité d'eau qu'il entraîne, que n'a le feu dans la masse qui s'évapore. C'est encore la raison de ce qu'une masse d'eau dans cet état, produit rapidement de la vapeur.

à proportion de ce que l'air extérieur est moins chaud qu'elles; par-
que moins il y a de feu extérieur qui se présente pour entrer par la
surface de l'eau, moins il s'oppose à la sortie de celui qui arrive de
l'intérieur à cette surface pour élever des particules de l'eau & les
entraîner avec lui sous la forme de vapeur.

81. Enfin c'est par cette théorie seule que s'explique le phénomène
principal, que la vapeur aqueuse étant produite, ne peut conserver
qu'un degré fixe de densité par chaque degré de chaleur dans l'es-
pace où elle se répand; degré moins grand à proportion que la cha-
leur est moins grande. Le degré de chaleur qui règne dans la vapeur
ainsi séparée, degré indiqué par le thermomètre, est déterminé par un
certain nombre de particules de feu qui se meuvent dans un espace
donné. Par la nature de la vapeur aqueuse expliquée ci-dessus,
dans laquelle l'eau ne reste unie au feu que par la distance de
toute autre eau, lorsque, dans leurs mouvements, les particules de
la vapeur passent entrées à la distance où les particules de l'eau ont
plus de tendance à se réunir entrées qu'à rester unies au feu, elles
se réunissent & forment des gouttes imperceptibles qui tombent d'abord;
mais les particules du feu libre les rencontrant & haussant contr'elles,
les divisent & forment de nouvelles particules de vapeur. Ainsi, une
masse de vapeur ayant un degré fixe de densité, n'est pas composée
deux instans de suite des mêmes particules individuelles; c'est seulement
d'un même nombre dans un même espace; continuant ainsi d'ex-
&cer une même pression sur les corps. Mais il se fait des décom-
positions & recompositions continuelles; & ainsi, plus la chaleur
est grande; c'est-à-dire, plus il y a de feu libre dans l'espace, plus
les recompositions l'emportent sur les décompositions dans un même temps,
& par conséquent plus la densité permanente de la vapeur est
grande.

82. Outre que cette Théorie de la Vapeur aqueuse pour seule on explique tous les phénomènes bien déterminés, j'en ai prouvé toutes les parties par des expériences directes, détaillées dans mes Ouvrages. J'ai donc espéré que lorsque les physiciens attentifs entreprendront de vérifier cette Théorie par l'expérience, ils trouveront que ce fluide qui a une si grande part dans tous les phénomènes atmosphériques, est très ~~connu~~ ^{bien connu} & déterminé.

83. On a pu juger que dans toutes les expériences & déductions précédentes qui nous en ont vu que de tracer les pas qui ont fait le Thermomètre pour arriver au degré de perfection auquel nous le possédons, le Baromètre a eu cependant une grande part. Je viens donc maintenant à l'Histoire de cet Instrument lui-même, l'un des plus importants en Physique, qui occupe nombre de pages dans le 1^{er} Volume de mes Recherches sur les modifications de l'Atmosphère avec des figures, des différents Baromètres qui ont été construits.

Article IX. Histoire des changements qui ont éprouvés
la Construction du Baromètre.

84. Le Baromètre de Torricelli, inventeur de cet Instrument, étoit, comme je l'ai dit, formé d'un tube droit, scellé dans le haut, & plongé par le bas dans un réservoir contenant du mercure. Ainsi l'on comptoit la hauteur de la colonne en partant du niveau du mercure dans le réservoir, au moyen d'une règle divisée en pouces & lignes. Cette première construction avoit le défaut d'exiger qu'on remplît le tube dans chaque lieu où l'on vouloit observer, & ~~ainsi qu'on~~ ^{par conséquent lorsqu'on} voyageoit sur les montagnes; mais comme on ne s'occupoit presque point encore de la mesure des hauteurs par le Baromètre, un nouveau phénomène attira plus fortement l'attention du public. On observa que la hauteur du Baromètre dans un même lieu varioit beaucoup, & l'on remarqua des rapports de ces variations avec celles de l'Atmosphère, qu'on avoit remarquées au beau temps & à la pluie. On imagina d'abord la meilleure construction du Baromètre

pour cet usage, celui qui a une bouteille au bas à l'extrémité d'une partie recourbée du tube. La base de la colonne barométrique est donc à la surface du mercure dans cette bouteille, & si le diamètre de celle-ci est assez grand, les variations du baromètre s'observent presque entièrement dans le haut du tube.

85. La plupart des physiciens qui ont imaginé d'autres constructions de ce Baromètre idéotaire, l'ont fait dans le dessein d'augmenter l'étendue ou la simple apparence de ses variations; mais en les décrivant successivement, j'ai montré que toutes, en augmentant cette apparence, diminuent l'exactitude de la mesure des variations réelles produites par les changements de pression de l'Atmosphère.

86. C'est au Baromètre, plus qu'à tout autre instrument de Météorologie, que sont dûs les plus grands progrès de la Physique, parce qu'il en a banni l'idée absurde d'Aristote de qualités occultes; révolution dans les idées principalement due à l'immortel Pascal. Suivant cet absurde langage, on nomma d'abord Horreur de la Nature pour le vide, la cause de l'ascension de l'eau dans les pompes aspirantes, parce qu'elle n'y monte, que lorsque le piston tend à produire le vide, sous lui on s'élevait. Quand ensuite on remarqua que ces pompes ne pouvoient élever l'eau qu'à une hauteur fixe, on fut obligé de changer la première expression en celle-ci: l'horreur de la nature pour le vide est limitée. Mais cette accumulation de moti sans rapport à aucune cause, décréda beaucoup la philosophie d'Aristote, & divers physiciens se vouèrent aux Expériences.

87. Le premier grand effet de ces recherches, fut l'invention du Baromètre par Toricelli. Ce physicien célèbre en son temps, voyant que la suspension du mercure dans son tube étoit limitée, compara sa hauteur avec celle où l'eau s'élevait dans les pompes aspirantes, & il trouva que ces hauteurs étoient en raison inverse des pesanteurs spécifiques des deux liquides. Réfléchissant ensuite que la circonstance commune

aux deux effets, étoit l'exclusion de l'air au sommet des tubes, & l'aïdant d'une idée de Galilée, autre physicien célèbre dans le même temps, qui avoit soupçonné la pesanteur de l'air, il conclut que le contre-poids commun, de l'eau dans les pompes aspirantes & du mercure dans le Baromètre, étoit la colonne de l'air extérieur. Cette découverte, qui eut lieu en 1640, fut le tombeau des vertus occultes, & le commencement d'une vraie Physique expérimentale.

88. Ce fut seulement en 1664 que ces idées de Galilée & de Luicatti furent communiquées en France par le Père Mersenne. Alors le génie supérieur de Pascal lui fit comprendre leur importance pour l'avancement de la vraie physique, & lui seul fit faire à la Météorologie de si grands pas, qu'on n'y ajouta rien d'essentiel pendant long-temps: il ne fit que peu d'expériences par lui-même dans l'Atmosphère, mais il en dirigea de très-importantes.

89. Certain que la suspension du mercure dans le Baromètre étoit due à la pression de la colonne d'air, il lui vint à l'esprit qu'on pourroit en ~~trouver~~ obtenir une confirmation directe en faisant l'expérience à diverses hauteurs sur la pente d'une montagne; sans qu'à mesure qu'on s'éleveroit, la partie de la colonne d'air qu'on laissoit au-dessous de soi, ne presseroit plus sur la colonne de mercure.

90. Pascal étoit à Paris lorsqu'il forma cette conjecture, il ne pouvoit la vérifier lui-même; mais on trouva dans son Traité de l'équilibre des fluides; Ouvrage admirable, même aujourd'hui malgré les progrès que la Physique a faits jusqu'à nos jours, la lettre suivante qu'il écrivit à M. Ferrier son beau-frère, résidant en Huvergne, pays de Montagnes. "J'ai imaginé (dit-il) une expérience qui pourra suffire pour nous donner la lumière que nous cherchons: c'est de faire l'expérience du vide plusieurs fois, dans un même jour, dans un même tube & avec le même vis-à-vis."

tantôt au bas, tantôt au Sommet d'une montagne élevée au moins de
 5 à 600 toises, pour éprouver si la hauteur du vis-argent se trouvera pa-
 rée ou différente dans ces deux Stations. Vous voyez déjà sans doute que
 cette expérience est décisive de la question: S'il arrive que la hauteur du
 vis-argent soit moindre au haut qu'au bas de la montagne; quoique
 tous ceux qui ont médité sur cette matière soient contraire à ce sentiment;
 il s'en suivra nécessairement que la pression & pression de l'air est la cause
 de cette suspension du vis-argent; puisqu'il est certain qu'il y a plus d'air
 qui pèse sur le bas de la montagne que sur son Sommet; au lieu qu'on
 ne sauroit dire que la Nature abhorre le vide au piéd de la montagne
 plus qu'à son Sommet.

91. M. Perrier fit cette expérience le 19 septembre 1648 sur le
Qui-de-dome, près de Clermont: j'en ai donné les détails au § 227
 de mes Recherches sur les mod. de l'Atmosphère, & je les rapporterai ici
 en abrégé pour montrer à quel point ces expériences vérifient la
 conjecture de Pascal.

92. Le lieu le plus bas auquel Perrier fit l'observation du Baromètre,
 fut le jardin des Minimes, & le Baromètre s'y tint à 26 p. 3½ lignes: —
 mais étant monté au Sommet de la montagne, il ne s'y tint qu'à —
 23 p. 2 lignes. Le Baromètre avoit donc baissé de 3 p. 1½ lignes,
 & M. Perrier estima la différence de hauteur d'environ 500 toises.
 Ayant voulu savoir si cette différence de hauteur du Baromètre étoit
 sensible par de moindres hauteurs des lieux, il mesura la hauteur
 de la tour de Notre Dame de Clermont, qu'il trouva de 20 toises. Il
 observa le Baromètre au piéd de la tour où il se tint à 26 p. 3 lignes,
 & l'observant ensuite au haut, il le trouva abaissé de 2 lignes. Ainsi
 un abaissement de 2 lignes dans le Baromètre, se trouva correspondre
 à 20 toises de différence dans la hauteur des lieux.

93. C'est l'origine d'un des plus grands spas qui aient été fait, en

Meteorologie, savoir la Mesure des hauteurs par le Baromètre: Pascal jugea dès-lors qu'on pourroit y parvenir, quoiqu'il parût une partie des difficultés qu'on rencontreroit dans cette carrière: son génie cependant le conduisit à une autre découverte qui, bien qu'elle augmentât la difficulté à ses yeux, est devenu une des bases de cette mesure: il soupçonna, dis-je, que l'air étoit compressible; & que l'effet de cette compressibilité s'exerceroit dans l'Atmosphère, par la pression de l'air supérieur; qu'ainsi la densité dans l'Atmosphère étoit croissante de haut en bas. J'ai ~~donné~~ donné les détails de cet important objet au § 230 de mes Recherches sur les mod. de l'Atmosphère. Mais il est toujours intéressant d'entendre Pascal lui-même dans l'une des lettres qu'il a ouvertes, de sorte que je le copierai sur ce grand point.

« Si l'on portoit, dit-il, de l'air au degré de compression où il se trouve en bas, ^{à quel point} jusques sur le sommet d'une montagne, il devroit s'élargir lui-même, & arriver au degré de dilatation de l'air qui l'environneroit sur la montagne; parce qu'il seroit chargé de moins d'air en cet endroit qu'il ne l'étoit au bas. Mais c'est trop difficile, il faut dire en un mot, que l'expérience a été faite, & qu'elle a réussi en cette sorte. — Si l'on prend un ballon à demi plein d'air & ainsi flaque & mol, & qu'on le porte au bout d'un fil sur une montagne haute de 500 toises, il arrivera qu'à mesure qu'on montera, il s'enflera de lui-même, & quand on sera en haut, il sera gonflé & tout plein, comme si l'on y eût soufflé de nouveau air; puis en redescendant, il s'applatira à-peu-près par les mêmes degrés; de sorte qu'en arrivant au bas, il sera revenu à son premier état. »

94. Voilà des progrès bien rapides faits par un seul homme de vrai génie, & il s'est écoulé bien du temps avant qu'on y eût rien ajouté d'essentiel. Cependant, pour parvenir à la Mesure des hauteurs par le Baromètre, il restoit un très-grand pas à

à faire, celui de déterminer exactement le rapport des condensations de l'air avec les pressions exercées sur lui; pressions indiquées par le Baromètre. ~~l'histoire~~ d'histoire des tentatives pour cette détermination sera l'objet d'un article suivant; mais auparavant je dois finir ce qui regarde le Baromètre lui-même, ^{histoire} que je n'ai pas amenée au point où elle est à présent.

Article X. Histoire de la construction du Baromètre
destiné à mesurer les hauteurs.

95. Mon objet principal en cherchant à perfectionner le Baromètre ayant été en vue de la mesure des hauteurs, je vis que dans la construction pour cet usage on n'avait pas eu égard à une propriété du mercure. On s'avoir que tous les autres liquides se tiennent plus élevés dans les tubes qui ont le moindre diamètre; mais ayant remarqué que c'était le contraire à l'égard du mercure, je fis des expériences sur cet objet, & je trouvai des différences assez terribles pour qu'on dût y avoir égard dans la construction du Baromètre destiné à mesurer les hauteurs. Je ne vis d'autre moyen d'éviter ce défaut, que par la construction du Baromètre portatif que j'ai employé dans toutes mes expériences concernant cette mesure; il est représenté dans la Pl. II, placée au § 507 de mes Recherches sur les modifications de l'Atmosphère.

96. Ce Baromètre est composé de deux tubes; l'un long & recourbé par le bas, où il remonte jusqu'à un ^{en partie} robinet divisé, destiné à contenir d'une manière sûre le mercure dans la grande branche pour le transport; au-dessus de ce robinet, est placé un tube de même diamètre que le haut du long tube; dans la partie où le mercure peut se mouvoir sur les plus hautes montagnes. Des échelles des deux tubes sont graduées de manière que je puis observer immédiatement la distance des surfaces du mercure dans les deux branches; distance qui donne la hauteur exacte du Baromètre correspondante à la pression de l'atmosphère au lieu & au moment de l'observation.

Un des disciples de Boyle nommé Richard Townley, en présence de qui il faisoit ces expériences, les notait successivement & les calculait, il en conclut la loi fondamentale, " que la force expansive de cet air renfermé, étoit en raison inverse des espaces qu'il occupoit par les divers degrés de pression. C'est le premier pas vers la découverte de la loi qui devoit servir de base à la Mesure des hauteurs par le Baromètre : ce pas est certainement dû à Boyle ; mais ce grand homme dont la modestie égalait les talents, en publiant cette découverte, l'attribua à Rich. Townley, quoi qu'il eût lui-même conçu & exécuté cette expérience.

100. Mariotte fut le second physicien célèbre qui s'occupa de cet objet : il publia à Paris en 1676 un Ouvrage très-important sur la Nature de l'air : il avoit fait des expériences sur le même plan que celles de Boyle ; probablement sans les connaître, puisqu'il n'en parle pas ; mais il fut le premier qui entreprit de les appliquer à la mesure des hauteurs par le Baromètre. Il ne suffisoit pas pour cette mesure, d'avoir trouvé la loi des condensations de l'air par les différents degrés de pression ; il falloir obtenir un coefficient à cette loi, pour que la formule dont il seroit sortie exprimât la hauteur des lieux où l'on observeroit le Baromètre.

101. Pour obtenir cette condition indispensable, Mariotte fit plusieurs expériences au bord de la mer, & il trouva, en les combinant, que pour que le Baromètre baissât d'1 ligne à ce niveau, il falloir l'élever de 60 pieds. Cependant ensuite, ayant répété la même expérience, avec Piccard & Cassin à l'Observatoire de Paris, dont les caves profondes permettoient d'y mesurer exactement une assez grande hauteur, ils trouvèrent que lorsque le Baromètre étoit à 28 pouces de France, il falloir monter 63 pieds pour que le Baromètre baissât d'1 ligne. Puis, d'après le rapport des condensations de l'air avec les pressions exercées sur lui, Mariotte établit aussi la première pour règle générale, " qu'en supposant l'atmosphère divisée en tranches d'égal poids, on pourroit déterminer l'épaisseur de chacune

de chacune de ces tranches & la somme de ces épaisseurs par la même méthode
 donc on se sert pour trouver les logarithmes?

102. Telle est la première formule proposée pour être appliquée à la Mesure des hauteurs par le baromètre, & dès son origine c'étoit la seule vraie; mais malheureusement Mariotte, ne se croyant pas certain de toutes les parties de la règle, chercha, par approximation, une formule plus aisée pour la pratique, & il substitua à la progression harmonique fournie par les logarithmes, une progression arithmétique, donc il fit le premier terme de 63 pieds, & la différence de $\frac{3}{8}$ de de pied. Les résultats de ces deux formules diffèrent peu en les appliquant à de petites hauteurs; ce qui séduisit Mariotte; mais leur écart s'agrandit à mesure que les hauteurs deviennent plus grandes. C'est ce qu'on verra dans une Table générale que^{je} donnerai comme résumé de toutes ces tentatives, où l'on pourra comparer d'un coup d'oeil les rapports de leurs résultats.

103. Mariotte fit divers essais de cette formule à des hauteurs connues par des mesures actuelles, que j'ai rapportés à la p. 151 de mon 1^{er} Volume; & ayant trouvé des différences assez grandes entre les hauteurs fournies par cette formule & les hauteurs mesurées, il forma quelques conjectures sur les causes de ces différences; mais les progrès de la physique n'étoient pas suffisants encore pour qu'il pût les découvrir.

104. Halley, physico-mathématicien anglois célèbre à juste titre, donna une formule pour ce calcul qui manifesta un grand génie & une grande adresse dans les expériences: il la chercha par une route nouvelle, a-priori, que j'ai décrite à la p. 153 de mon Ouvrage, & dont je vais tracer la marche.

105. Halley commença par déterminer les pesanteurs spécifiques de l'air & de l'eau, puis celles de l'eau & du mercure, & il conclut de ses expériences, que les pesanteurs spécifiques du mercure étoient à celle d'air, auprès de la terre, comme 10800 à 1. Puis, admettant d'après

Boyle, que les expansions de l'air étoient en raison inverse des poids dont il étoit chargé, il arriva à la même conclusion que Mariotte, savoir, qu'on pouvoit trouver la loi des augmentations d'épaisseur de tranche en tranche de même poids, par la même marche qu'on emploie pour trouver les logarithmes. " Enfin ayant conclu de quelques observations, que l'abaissement du premier pouce de mercure dans le Baromètre à partir du niveau de la mer correspondoit à 900 pieds anglais, il forma une Table des hauteurs de l'Atmosphère correspondantes aux abaissemens du Baromètre de ponce en ponce, à partir de 30 ponce anglais. C'est ainsi que le génie de Halley le conduisit à cette Mesure par les rudimens de la Trigonique. J'ai traduit la Table pour la réduire au Pied de France, afin de la joindre à toutes celles que je rassemblerai à la fin de ces détails.

106. Masaldi, dont j'ai décrit les expériences à la p. 159 du même volume, ayant fait diverses observations dans du Baromètre dans les montagnes d'Auvergne, les compara avec d'autres faites par Dominique Caspini à Notre Dame de la Garde près de Marseille, & par de la Hire au Mont-Claret près de Toulon, dont les hauteurs avoient été mesurées trigonométriquement, & prenant un milieu entre leurs résultats, il jugea qu'on pouvoit établir pour règle: que la hauteur de l'air correspondante au premier abaissement d'1 ligne dans le Baromètre au bord de la mer étoit 61 pied, & qu'il falloit ajouter successivement 1 pied aux hauteurs correspondantes aux abaissemens du baromètre de ligne en ligne, ce qui formoit, ^{à compter depuis} du niveau de la mer, la progression arithmétique 61, 62, 63, 64, 65 &c.

107. Jacques Caspini, en rapportant dans les Mém. de l'Académie des Sciences de Paris pour 1703, les expériences de Masaldi, les considérant comme exactes, en conclut que Mariotte avoit fait une erreur, en appliquant aux condensations de l'air libre, les

expériences sur l'air renfermé dans un tube de verre. Ce fut ainsi que l'on commença bientôt à s'écarter de la vraie théorie, au lieu de chercher par l'expérience, les causes physiques qui pouvoient produire des anomalies dans l'application de la règle fondamentale, si clairement établie par les expériences de Boyle & de Mariotte.

108. Qu'il y eût de telles causes qui se joignent aux premiers de l'air dans ces expériences, se manifesta bien fortement dans la détermination tentée à l'Observatoire de Paris du rapport entre la hauteur indiquée par l'abaissement de la première ligne de mercure dans le Baromètre, & la hauteur réelle. La hauteur sur laquelle se fit cette expérience fut celle de la terrasse de l'Observatoire, sur le fond des caves qui sont au-dessous, savoir 163 pieds. Ce fut déjà là que Mariotte, par l'expérience qu'il y fit, changea la première détermination de la hauteur exprimée par la première ligne d'abaissement de mercure dans le baromètre. Il l'avoit d'abord estimée 61 pieds, & il la fixa à 63 pieds. Or dans ce même lieu, la Hire, par des expériences rapportées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris pour 1709, déterminant qu'à partir de la hauteur 28 pouces de France du mercure dans le Baromètre, la première ligne d'abaissement correspondoit à 74 pieds 8 pouces.

109. De tels écarts dans la détermination d'un point de physique expérimentale qui, au premier aspect paroîtroit aisé, devoit engager les physiciens de ce temps-là à chercher les causes de ces différences : au lieu de cela ils continuèrent longtemps, comme on va le voir, à accumuler des expériences de la même nature, ~~qui ne servoient qu'à~~ ~~augmenter~~ qui ne servoient qu'à augmenter la difficulté, en multipliant les différences des résultats.

110. Les Schuchzer, famille célèbre à Zurich, comme physiciens & naturalistes, firent une tentative semblable avec plus d'apparences de succès. Jean Gaspard Schuchzer donna, en 1727, à la Société royale de Londres, un Mémoire dans lequel, en rapportant les observations du Baromètre faites par son Oncle Jean Jacques Schuchzer, il y ajouta une formule que son Oncle Jean en avoit déduite pour mesurer les hauteurs par le Baromètre.

111. La principale de ces expériences fut faite au lieu nommé Pfeffer, où se trouve un rocher si escarpé que la hauteur put être mesurée au cordeau, & fut trouvée de 714 pieds de France. Au pied de ce rocher le Baromètre se tint à 25 pouces $9\frac{1}{3}$ lignes; & il baissa de 10 lignes étant porté au Sommet. Six ans après, il fit une autre expérience à la Cathédrale de Zurich sur une hauteur de 241 pieds 4 pouces; & la différence de hauteur du Baromètre, qui se trouva $3\frac{1}{2}$ lignes, correspondoit à peu-près avec l'observation à Pfeffer; ce qui la confirma.

112. Jean Schuchzer, adoptant la loi logarithmique de Halley & Mariotte, établit la formule suivante: " Comme 162717, différence des logarithmes des deux hauteurs du Baromètre au rocher de Pfeffer, soit à 714 pieds, hauteur de ce rocher; ainsi la différence des logarithmes de 28 pouces, hauteur supposée du Baromètre au niveau de la Mer, ~~est~~ comparée à la hauteur au lieu le plus élevé de l'observation, est à la hauteur de ce lieu sur le niveau de la Mer."

113. Dans un second Mémoire de J. G. Schuchzer à la Soc. roy. de Londres, il appliqua la formule de son Oncle à des observations faites en Roussillon & en Auvergne par les Académiciens de Paris qui avoient tracé la Méridienne de France; & place qu'ils avoient observé le Baromètre en trois Station, dont ils avoient

déterminer trigonométriquement la hauteur. Voici les écarts qu'il trouva entre les mesures actuelles & les résultats de la formule.

	Hauteur du Bar. Mesure trigon. en Toises	Suivant la Règle de Schuchler
Tour de Marsanne	25 p. 5 l. 397	350
La Côte	23. 4 861	661
Mont d'or	22. 2 1040	727.

114. Schuchler attribue ces grandes différences aux refractions, dont l'effet est inévitable dans les mesures trigonométriques; tandis qu'il ne pou-
=vrait y avoir aucun erreur dans les mesures dont il dériverait la for-
=mule, puis qu'elles avoient été faites au cordeau. Il avait raison jusqu'à
un certain point, mais il auroit pu juger que les différences étoient trop
grandes pour pouvoir être attribuées aux refractions, ni en entier, ni
même en plus grande partie. Quoiqu'on n'eût point encore de règle à
cet égard, les observations ordinaires étoient suffisantes pour faire comprendre
qu'elles ne pouvoient pas produire de si grandes différences, & qu'il
falloit que quelque autre cause intervînt pour produire de si grands écarts. On
verra dans la suite des observations exactes que j'ai faites pour déterminer
l'effet réel des refractions, dans les mesures trigonométriques.

115. Jag. Caspini ayant voulu appliquer la formule de Marriott
à des observations du Baromètre faites à des hauteurs mesurées trigono-
=métriquement, par Blanquet sur trois sommets des Pyrénées,
& par le Père Feuillée sur le Pic de Teneriffe, y trouva de très-grandes
différences comparativement aux formules données jus qu'alors, & chercha
un moyen de les concilier que j'ai expliqué à la p. 163 de mon
1^{er} Volume. Ce moyen fut l'objet d'un Mémoire qu'il donna à
l'Académie des Sciences de Paris en 1733.

116. Dans ce Mémoire, Jag. Caspini suppose aussi que les dilatations
de l'air libre pouvoient suivre une loi différente de celle que Mar-
=riott avoit trouvée dans son tube de verre, & c'est sur cet objet qu'il travailla.

Rapemblant toutes ces observations & conservant 63 pieds comme corres-
pondant à la première ligne d'abaissement du baromètre au niveau de la mer, il
chercha quelle loi des dilatations de l'air correspondrait le mieux aux
observations qu'il avoit en vue, & il trouva, qu'à l'usage de la raison directe des
pressions, il falloit employer la raison réciproque des quarts des pressions,
Il donna une Table des résultats de cette règle appliquée aux observa-
tions susdites, où les hauteurs avoient été mesurées trigonometriquement,
& en effet elles se rapprochèrent beaucoup, comme on le voit dans la
Table suivante, où les hauteurs sont exprimées en Toises.

Lieu	Hauteur par la Méthode trigonom.	Hauteur par la formule de Cassini
La Tour de Mananne	397.	354.
La Montagne de Buguarach	648.	584.
La Montagne de la Corte	851.	759.
La Montagne de la Courlaude	838.	759.
La Montagne de St. Barthélémy	1190.	1168.
La Montagne du Moufflet	1289.	1200.
Le Canigou	1453.	1390.
Le Pic de Teneriffe	2213.	2120.

117. Cassini vit bien qu'il pouvoit amener la formule plus
près d'indiquer les hauteurs mesurées, soit en faisant quelque change-
ment à la loi, soit en augmentant le premier terme; mais comme
il sentoit qu'il n'y avoit rien que d'arbitraire, il ne porta pas plus loin
ce travail; & il comprit en même temps que les écarts étoient tels, qu'ils
ne pouvoient être diminués par aucune loi simple & générale. Cette
circonstance indiquoit sûrement qu'on n'avoit pas toutes les conditions
nécessaires pour le calcul; que quelque autre cause physique intervenoit
dans ce phénomène; qu'il falloit donc découvrir cette cause, sans quoi,

en multipliant les observations, on ne ferait que multiplier l'erreur; à savoir qu'il se borne à cette approximation arbitraire. J'ai appliqué la formule aux mêmes observations que toutes les autres, dans la table générale que je donnerai que je donnerai après avoir fini l'histoire de toutes les tentatives sur cet objet.

118. Daniel Bernoulli, dont j'ai déjà eu occasion de parler, l'un des plus grands génies qui se soient occupés de l'application des mathématiques à la physique, embrassa, dans son Hydrodynamique, tous les objets qui concernent la mesure des hauteurs par le Baromètre, jusqu'à point où la physique étoit arrivée de son temps, & où il l'a voir portée lui-même. Il est toujours intéressant de voir les spéculations d'un tel génie; c'est pourquoi elles occupent un grand espace dans mes Recherches sur les modifications de l'atmosphère; mais je n'en donnerai ici qu'un extrait.

119. La section X de cet excellent Ouvrage, publiée en 1738, a pour titre: De affectionibus atque moribus fluidorum elasticorum, precipue autem aëris. Il part d'une hypothèse que j'ai déjà rapportée, & dont j'ai montré la certitude par des phénomènes remarquables de la Vapeur aqueuse qui ne peuvent être expliqués que par cette hypothèse, que voici: "L'élasticité de ces fluides, c'est-à-dire la pression qu'ils exercent sur les corps, est produite par les chocs que leurs particules, continuellement en mouvement, exercent contre eux."

120. Pour démontrer que cette définition de la nature des fluides expansibles, explique les phénomènes de leur pression sur les corps, Bernoulli suppose un grand tuyau cylindrique, au bas duquel un certain nombre de particules d'air soient renfermées sous un diaphragme mobile, soutenu d'abord à une certaine hauteur, malgré son poids. Le diaphragme est donc soutenu à cette hauteur par un certain nombre de chocs des particules d'air dans un temps donné. Par conséquent, si le poids est diminué le même nombre de particules soulèvera le diaphragme plus haut; si le poids

est ~~déterminée~~ augmentée, ces particules seront réduites, dans un moindre espace. Or, dans l'abaissement du diaphragme par une augmentation de poids, la force expansive de l'air augmente par une double cause; d'abord par l'augmentation du nombre des particules dans un même espace, puisque l'espace a diminué; & parce que chaque particule frappera plus souvent dans un même temps; ce qui fait la raison doublée ou des quarrés, connue dans le phénomène, de ces fluides.

121. C'est ainsi que Bernoulli, par la théorie seule sur la nature des fluides élastiques, arriva à cette loi observée dans l'atmosphère par des expériences directes; "que les espaces occupés par ^{une} même masse d'air doivent être en raison inverse des poids dont il est chargé." C'est ainsi, dirai-je, que la théorie sur la nature des fluides élastiques reçut la sanction des phénomènes atmosphériques; ce qui fut un grand pas dans la découverte de l'action des causes physiques sur notre Globe, entre lesquelles ces fluides tiennent le premier rang; soit comme aperçues eux-mêmes, tels que l'air & la vapeur aqueuse, soit comme se manifestant par leurs effets. Car cette théorie, démontrée par tous les phénomènes des fluides connus, nous conduit à découvrir, par des phénomènes analogues, d'autres fluides qui ont le même caractère, mais qui ne sont pas eux-mêmes perceptibles. C'est ce qu'on verra succinctement.

122. Cependant la physique n'étoit pas assez avancée pour que Bernoulli pût discerner d'autres causes qui changent les rapports des densités aux pressions en diverses parties de la hauteur des colonnes de l'Atmosphère; de sorte qu'il se trouva embarrassé quand il entreprit d'appliquer la régle à des observations de Baromètre sur des hauteurs actuellement mesurées. Pour cette application il choisit quatre expériences, & il choisit ~~partit~~ de la hauteur 65 pieds, comme correspondante au premier abaissement d'une ligne dans le baromètre au niveau de la mer, où il supposa la hauteur constante 28 pouc. 2 lign. de France; mais, lorsqu'il appliqua la loi des logarithmes à ces observations, il y

vit
~~trouver~~ de grands écarts. Sa facilité à trouver des formules fondées sur des lois régulières, lui en suggéra plusieurs, & il s'arrêta à celle qui concilioit le mieux les quatre expériences qu'il avoit choisies. Il est inutile de nommer cette formule, parce qu'elle n'est fondée que sur un si petit nombre d'observations, il connoît lui-même qu'elle étoit arbitraire. Je me bornerai donc à ^{donner} rapporter dans la suite les résultats que j'ai calculés pour les mêmes hauteurs connues auxquelles j'ai rapporté les divers formules données par des Physiciens célèbres, dont je vais continuer l'histoire.

123. P. Horrebow, Prof. d'Astronomie à Copenhague, publia en ~~1748~~ 1748 des Elémens de Physiques, dont le Ch. VIII a pour titre, De densitate stratorum relatione, & altitudine Atmosphaerae; Chapitre dans lequel il rapporte d'abord les expériences faites par les divers Physiciens qui l'avoient précédé pour mesurer les hauteurs par le Baromètre: il fit lui-même en 1737 des expériences pour déterminer de combien il falloit s'élever au-dessus du niveau de la mer pour que le mercure baignât d'1 ligne dans le Baromètre, & il trouva la même hauteur 75 pieds, que Halley avoit déterminée en partant des pesanteurs spécifiques de l'air & du mercure au niveau de la mer. Mais cet accord d'expérience, faite par deux routes différentes, qui sembleroit déterminer cet objet, n'est qu'accidental, puisqu'on a vu que d'autres Physiciens, par des expériences aussi directes, n'avoient trouvé que 60 pieds. Cette répétition d'écarts dans les résultats des mêmes expériences, devoit donc montrer qu'il y avoit quelque autre cause qui s'ajoutoit à la pression de l'air supérieur, pour déterminer la densité de l'air au lieu de l'observation.

124. Cependant Horrebow, partant de son expérience seule; & adoptant la loi que les densités de l'air sont proportionnelles aux pressions exercées sur lui, & supposant que la hauteur constante du Baromètre au niveau de la mer pouvoit être prise pour 28 pouces, ou 336 lignes, du pied de France, en conclut la formule suivante pour la mesure des

hauteurs par le Baromètre. " Comme la hauteur du mercure dans le Dam 4 zontre au lieu élevé est à 336 lignes (la hauteur au niveau de la mer) ; ainsi 4 75 piés sont à la hauteur de la colonne d'air qui soutient aussi 1 ligne de 4 mercure au lieu élevé. " J'ai calculé par cette formule les hauteurs des mêmes lieux que j'ai mis pour points de comparaison de toutes les autres, pour les joindre à la Table générale que j'ai annoncée. Je viens maintenant à la raison du choix que j'ai fait de certains lieux pour points de comparaison de toutes les formules.

125. Bouguer, le célèbre Académicien de Paris, a rendu compte de la plus considérable tentative qui ait été faite pour parvenir à cette Mesure, car ce fut dans les montagnes les plus élevées, sur notre Globe, la Cordillère du Pérou. Mémor l'un des Académiciens, ainsi que M. de la Condamine, qui furent dans ces montagnes pour mesurer un degré du Méridien sous l'Équateur, & pour cette opération ils avoient choisi la Vallée de Quito, déjà fort élevée & environnée de montagnes. Ils furent obligés de mesurer trigonométriquement la hauteur de plusieurs de ces montagnes, pour réduire leurs triangles au niveau de la vallée de Quito : ils montèrent sur celles qui étoient accessibles, pour prendre les angles de depression, & corriger ainsi l'effet ~~des~~ des réfractions, & ils y observèrent en même temps le Baromètre.

126. Bouguer donna les détails de ces observations dans un Mémoire publié parmi ceux de l'Académie pour 1753. La règle qu'il ^{en} conclut pour la Mesure des hauteurs diffère peu, quant aux résultats de Calcul, de celle qu'avoir établie Halley longtemps auparavant, & que j'ai indiquée à sa place, voici celle de Bouguer. " Si l'on prend la différence des logarithmes des hauteurs 4 du mercure exprimées en lignes, & qu'on ne se serve que des quatre premières 4 figures après la caractéristique, il suffit d'en retrancher une trentième partie 4 pour avoir les hauteurs des lieux exprimées en toises. "

127. L'application que donne Bouguer de cette règle à leurs observations

Sur les plus hautes sommets accessibles de la Vallée de Quip, savoir Pitchecha & Coracon, j'accorde, à l'œil près, avec les mesures géométriques : (Maison & Cajoute Bouguer) ce qui est très-remarquable, & qui forme le sujet que nous nous proposons particulièrement d'éclaircir, c'est que la méthode, dans le temps même qu'on lui conserve toute la généralité, ne réussit pas dans la partie inférieure de la Cordillère; elle ne réussit point sur toutes les montagnes de la zone torride, comme l'on reconnoît tous les physiciens qui ont examiné cette matière avec soin.

128. Bouguer attribue cette disparité, à une inégale vertu élastique des particules de l'air par laquelle celles qui en ont le plus, doivent s'élever le plus haut sur les montagnes, & celles qui en ont le moins, demeurent en bas. On verra dans la suite, ~~que cette cause~~ que cette cause n'explique point le phénomène pour lequel il l'avoir imaginée. Mais d'ailleurs, une seule considération montreroit qu'elle n'est pas applicable à cet objet. L'atmosphère étant continuellement agitée par les vents, surtout près des montagnes & dans les vallées, ces particules d'air supposées posséder différentes vertus élastiques, ne pourroient s'arranger dans les colonnes suivant leurs différentes extensibilités.

Article XII. Résumé des résultats des diverses tentatives pour mesurer les hauteurs par le Baromètre.

129. Me voilà arrivé à la fin de l'Histoire des tentatives pour mesurer les hauteurs par le Baromètre; les différences de leurs résultats présentés dans un seul tableau, montreroient combien on étoit éloigné d'une solution de ce grand problème de Physique expérimentale, & en parti- culier de Mé'téorologie.

130. Au §34 de mes Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère j'ai rassemblé les calculs de toutes ces règles, correspondans aux

abaissément du Baromètre de ponce en ponce, depuis la hauteur 28 poudes de France; j'ai supposé ~~correspondre~~ celle du Baromètre au niveau de la mer; que Bouguer, de la Condamin & Godin ont affez constamment observée au bord de la mer du Perou, & qu'on a vu être la base de toutes les formules que j'ai successivement rapportées; & j'ai porté le Calcul jus qu'au plus grand abaissément du Baromètre qu'on ait observé dans l'air libre; celui qui eut lieu sur le Coracon une des Sommets des Cordeliers, où les Académiciens le virent réduire à 15 poudes 10 lignes.

131. Mais dans la Table suivante, je réduirai les résultats du calcul à ^{ces} trois points. — I. La fixation dont on part de la hauteur correspondante au premier abaissément d'1 ligne au niveau de la mer. — II. Celle qui, suivant chacune des formules, devoit exprimer la hauteur correspondante au 1^{er} abaissément d'une ligne au-dessus du Sommet du Coracon. — III. La détermination de la hauteur de cette Montagne.

<u>Formules des Physiciens suivans</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
<u>Marlotte</u> , par la progression Harmonique . . .	63	110.10	12087
— par la progression Arithmétique . . .	63	117.4	13167
<u>Halley</u>	75.9	133.3	14486
<u>Baraldi</u>	60.—	206.—	19491
<u>J. G. Scheuchzer</u>	64.—	114.—	12286
<u>Jacq. Cassini</u>	63.—	193.—	16090
<u>Dan. Bernoulli</u>	65.8	203.8	16905
<u>Horebow</u>	75.—	131.11	14334
<u>Bouguer</u>	75.—	132.3	14360

132. Tel est le tableau de l'incertitude qui régnoit dans les tentatives pour mesurer les hauteurs par le Baromètre; incertitude qui croissoit à mesure qu'on multiplioit ^{ces} tentatives; puis qu'on ne voyoit point de fin aux différences. Il ne faut donc pas être étonné de ^{cette} conclusion qu'en tirèrent alors divers physiciens, que la constitution de l'Atmosphère étoit telle, qu'on ne pourroit jamais fixer une règle générale; & en effet, on avoit abrogez même abandonné cette entreprise.

133. Lorsque je commençai à m'occuper de cet objet, j'avois bien compris par mes expériences sur le Baromètre lui-même, que la construction de tous ceux qu'on avoit employés dans les tentatives précédentes étoit défectueuse; mais ces défauts n'expliquoient qu'une très-petite partie des différences trouvées dans la mesure des hauteurs.

134. J'avois donc un autre but en travaillant à perfectionner le Baromètre. Nous avions dessein mon frère & moi d'aller observer les montagnes, ~~lesquelles~~ en particulier les Alpes, pour vérifier les assertions de quelques auteurs, surtout de de Buffon, qui avient publié des Ouvrages géologiques ~~où~~ dans lesquels il attribuoit ~~implicitement~~ l'Histoire de la Terre dans la Genèse. Nous avions déjà assez de connoissance des phénomènes ~~observés~~ dans les montagnes, pour juger que ces Auteurs en parloient sans les avoir observés avec soin; mais nous avions dessein de les déterminer par des observations exactes: dans ce plan nous pensâmes à porter avec nous un Baromètre, sachant en général qu'il baissait à mesure qu'on s'élevait sur les montagnes, & voulant observer si les phénomènes étoient différents suivant les hauteurs.

135. Nous commençâmes ces observations en 1754, & elles nous intéressèrent tellement, par la différence que nous trouvâmes entre les phénomènes réels & ceux qu'on avoit supposés dans ces systèmes géologiques, que dès lors nous entreprîmes nombre de Voyages en différentes contrées; ce qui a fait l'objet de divers Ouvrages de Géologie que j'ai successivement publiés jus qu'en 1813, dans lesquels j'ai rassemblé tant de faits géologiques de diverses classes, que j'espère d'avoir tenu la Géologie de l'incertitude où l'avoit réduite les différents systèmes fondés sur des observations défectueuses.

136. Ce fut dans un de ces Voyages, qu'une remarque que nous fîmes commença de fixer notre attention sur ce qui étoit nécessaire pour parvenir à la mesure des hauteurs par le Baromètre. Nous passâmes deux fois en un même jour dans les mêmes lieux, & y observâmes chaque fois le

Baromètre, nous trouvâmes des différences sensibles dans la hauteur. Nous aurions pu les attribuer à des changemens dans l'atmosphère; mais lorsque nous fîmes de retour dans la plaine, nous apprîmes qu'il n'y avait point eu de changement semblable; ce qui me fit conjecturer que d'autres causes se joignoient à la pression de l'air pour déterminer la hauteur du Baromètre, & je me ~~me~~ déterminai à les étudier.

137. Dès ici les objets de recherche se diviseront beaucoup, car ils ne peuvent être suivis que séparément dans divers genres d'expériences. Je commencerai par celles dans lesquelles je fus entraîné, en considérant le Baromètre d'après notre observation dans les Alpes rapportée ci-dessus; & cet objet seul tendant à la correction du Baromètre, se divisera en plusieurs Articles.

Article XIII. Examen des marches correspondantes, de plusieurs Baromètres dans un même lieu.

138. Quand j'entrepris de m'occuper de cet objet, je construisis plusieurs Baromètres sensiblement de la même manière, & les plaçant les uns auprès des autres dans ma chambre, je vis qu'il ne se tenoient point à une même hauteur.

139. Quelques physiciens avoient d'abord que les différences de la chaleur produisoient aucun effet sur la hauteur du Baromètre, & ce fut le premier objet que j'entrepris de vérifier. C'étoit en hiver, & je laissai d'abord refroidir l'air dans ma chambre au même degré que l'air extérieur, en tenant les fenêtres & les portes ouvertes jusqu'à ce que des thermomètres de mercure placés en diverses parties de ma chambre ne baussent plus. Je notai les points où le ~~thermomètre~~ Baromètre par ce degré de diminution de la chaleur, puis je réchauffai ma chambre par un poêle, & quand toutes les parties furent également réchauffées, je fis les mêmes observations.

140. Je vis alors comment on avoit pu douter que les différences de la chaleur influassent sur la hauteur du Baromètre; je vis, dis-je, que cela dépendoit du Baromètre sur lequel on avoit fait l'observation; quelques uns des miens ne firent aucun mouvement (comme ceux dont parlent ces physiciens),

mais quelques uns de mes Baromètres près de ceux-là montèrent, & d'autres descen-
=dirent.

141. Réfléchissant à cette étrange circonstance, je me rappelai un Mémoire de M. Du Fay contenu dans ceux de l'Académie des Sciences de Paris pour 1723, dont le sujet est, de la lumière qui se manifeste au haut de quelques Baromètres quand on y fait balancer le mercure. Ce qui me rappella ce Mémoire, c'est qu'il y est fait mention que tous les Baromètres construits de la manière décrite par M. Du Fay, se tenoient à peu-près à la même hauteur.

142. Voilà encore un objet qui me conduisit à un grand nombre d'expériences, & comme ce fut un des jours qui me conduisit à la mesure des hauteurs par le Baromètre, je vais en tracer l'origine, en copiant d'abord ce que dit M. Du Fay.
 " Je vais (dit-il) rapporter les faits que j'ai éprouvés, après avoir appris d'un
 " vitrier Allemand la manière de rendre à coup sûr le Baromètre lumineux;
 " ce que je lui vis faire, & que j'ai expérimenté moi-même de diverses manières.
 " Il prit un tube d'environ 31 pouces de long, & d'1 ligne de diamètre intérieur;
 " il y passa un fil de fer, à l'un des bouts duquel étoit un peu de coton, pour
 " essuyer le tuyau en dedans: ensuite il le pla à la lampe une de ses extrémités;
 " & quand il fut refroidi, il y introduisit de nouveau le fil de fer sans coton, & il
 " versa, avec un entonnoir de verre jusqu'au premier tiers de la hauteur, du
 " mercure commun, sans autre précaution que de le faire passer dans un
 " cornet de papier dont on laisse le trou aussi petit que possible; ce qui purifie le mer-
 " cure de toute ~~sa~~ crasse, qui reste dans le cornet de papier. Il fit ensuite aller
 " immer quelques charbons dans un réchaud, & tenant le baromètre incliné,
 " il approcha d'abord le bout fermé d'un peu loin, & petit à petit vint à le
 " poser sur les charbons. Le mercure commença à frémir & à bouillonner; on
 " vit l'air qui y étoit contenu venir à se raréfier & à former de petites bulles;
 " & il remua le fil-de-fer, en l'entrouvrant & le retirant, jusqu'à ce qu'il n'y
 " eût plus de bulles d'air. Alors il avança le tuyau sur le réchaud, & le
 " chauffa jusqu'à ce qu'il y eût du mercure; après quoi il le laissa refroidir, & il
 " remit du mercure jusqu'au second tiers du tuyau, & il s'y prit de la même

manière pour le chauffer & en faire sortir l'air. Le tuyau étant refroidi, il
acheva de le remplir; il ne fit point chauffer ce dernier tiers, mais comme que cela
étoit inutile: il ajouta ensuite une boîte de bois au bout ouvert du tube, qui serva
à couvrir la cire; & ayant mis le baromètre dans la situation naturelle, nous le
portâmes dans un lieu obscur, où il parut lumineux de manière qu'à chaque
fois qu'en balançant le mercure je le faisois descendre, tout l'espace vide en
haut paroît une colonne de lumière, qui cependant étoit plus vive dans
le bas, c'est-à-dire à l'endroit où elle touchoit le mercure. J'ai fait plu-
sieurs fois cette expérience, & elle m'a toujours réussi."

143. Tels sont les phénomènes rapportés par M. du Fay, auxquels
il ajoute une conjecture sur leur cause, dont je ne dirai qu'un mot, sans
qu'on verra dans la suite qu'elle n'est pas fondée. Il suppose une matière sub-
tile qui, étant libre, est lumineuse, mais qui est asservie à l'air quand le
baromètre est d'abord rempli. Lorsque l'air est chassé, cette matière est libre
dans les pores du mercure. Quand, par une secousse, on fait descendre la
colonne de mercure, celle-ci éprouvant dans le bas la résistance de
l'air extérieur, chasse la matière subtile hors des pores du mercure dans
le vide, où elle devient lumineuse; mais elle rentre dans le mercure quand
la colonne remonte.

144. Cette explication m'ayant paru peu probable, je retournai en
arrière pour cet objet dans l'histoire du Baromètre, & je trouvais qu'en
1708, Hauksbee avoit donné à la Société royale de Londres un mémoire
dans lequel il considéroit cette lumière, qui lui étoit connue, comme un
phénomène électrique. Cette explication qu'Hauksbee donna le
premier, étoit certainement la vraie dans le fond, mais elle étoit bien
loin de rendre compte de tous les phénomènes de cette classe, très-intéressante
en l'optique, comme on le verra successivement par des expériences
directes.

Article XIV. De la lumière qui paroît au haut de quelques
Baromètres, quand on y fait balancer le mercure.

145. Ayant considéré le procédé décrit par du Fay, je soupçonnai que le fil-de-fer, en facilitant la sortie des grosses bulles d'air quand on le retire, pouvoit y entraîner lui-même de l'air en l'y enfonçant de nouveau: je cherchai donc à faire bouillir le mercure dans un tube sans employer ce moyen. Je fis des épreuves, & je trouvai que pour prévenir la rupture des tubes dans cette opération, il falloit qu'ils fussent minces & d'environ 3 lignes de diamètre intérieur; parce que la colonne de mercure ayant un plus grand diamètre, se refroidiroit moins en s'élevant dans le tube par l'ébullition, & n'affectoit pas autant par la différence de chaleur, la partie du tube où elle redescendoit. Autant que dans les tubes étroits & épais, la colonne, sans l'assistance du fil-de-fer pour faire échapper les bulles, étoit soulevée fort haut dans la partie moins chaude du tube, s'y refroidissoit sensiblement; puis, quand elle retombe dans des tubes épais, refroidissoit davantage la surface intérieure que la surface extérieure, ils se rompent presque toujours à ce point.

146. Heureusement, pour bien juger de la hauteur du mercure contre une échelle extérieure & diminuer le frottement du mercure dans l'intérieur, tous mes Baromètres avoient des tubes minces & d'un assez grand diamètre: j'y fis donc bouillir le mercure sans accident; mais ma surprise fut très-grande, de ne les point voir lumineux en y faisant balancer le mercure. Ce fut là d'abord pour moi un grand mystère, dont je ne trouvai l'explication que par la longue étude des phénomènes électriques, que nous avions commencée mon frère & moi dès l'année 1749. Mais je dois encore suspendre de suivre le progrès de cette branche de physique expérimentale, jusqu'à ce que j'en aie amené d'autres au même niveau, afin qu'elles s'éclaircissent les unes les autres. Je retourne donc au Baromètre, considéré comme destiné à mesurer les hauteurs,

61

Article XV. Correction des hauteurs immédiatement observées
du mercure dans le Baromètre, pour les différences que
produisent sur le mercure même, celles de la Chaleur.

147. Quand j'eus fait bouillir le mercure dans tous mes Baromètres, et aur-je placés dans ma chambre les uns auprès des autres, ils se trouvèrent tous sensiblement à la même hauteur, & dans plusieurs elle étoit plus grande qu'auparavant. Je jugeai par-là que le principal effet de l'ébullition du mercure n'étoit pas d'en chasser l'air, mais l'humidité; parce que celle-ci, dans le vide, se changeoit en vapeur aqueuse, fluide expansible qui, en plus ou moins grande quantité, repoussoit plus ou moins la colonne de mercure.

148. C'étoit en détruisant cette cause de différence, que mes Baromètres se trouvoient tous à une même hauteur dans ma chambre, , parce qu'ils avoient tous un vide sensiblement parfait à leur sommet: mais j'observai alors que dans tous, l'augmentation de la chaleur les faisoit monter. Réfléchissant à ce phénomène, le Thermomètre me vint à l'esprit: Et j'observai même indiquer l'augmentation de la chaleur par la dilatation du mercure; par conséquent la chaleur diminue sa pesanteur spécifique. Il doit donc en être de même dans le Baromètre; plus la chaleur est grande, moins est la pesanteur spécifique de la colonne, & alors il doit se tenir plus haut, quoique tous la même pression de l'atmosphère.

149. Voici donc qui explique tous les anomalies de mes Baromètres avant que j'y eusse fait bouillir le mercure. — Ceux dans le vide desquels s'élevoit beaucoup de vapeur aqueuse; non seulement se tenoient toujours plus bas que les autres, mais l'augmentation de la chaleur, dilatant la vapeur, les faisoit encore baïsser. — Ceux dont l'effet de la dilatation de la vapeur étoit compensé par la moins pesanteur spécifique du mercure, ne faisoient aucun mouvement par les changements de la chaleur. — Ceux enfin où il ne se produiroit qu'une très-petite

quantité de vapeur, n'obéissant sensiblement qu'à la diminution de pression spécifique du mercure, monteur par la même cause.

150. des changements de hauteur des Baromètres dans ma chambre par les différences de la chaleur, après y avoir fait bouillir le mercure, étoient assez considérables pour exiger une équation par laquelle on pût ramener les hauteurs observées à ce qu'elles auroient été par une certaine température fixe du mercure. J'ai décrit, dès la p. 197 (9362) du premier Volume de mes Rech. sur les mod. de l'Atmosphère, les recherches que je fis pour arriver à cette équation. Je commençai ces expériences dans ma chambre en hiver, en la laissant refroidir jusqu'à ce que les thermomètres fussent fixes: je notai leur point & ceux auxquels je tenois les thermomètres; puis je réchauffai toutes les parties de ma chambre par mon poêle, & quand les thermomètres étoient fixes, j'observois les Baromètres. Ayant souvent répété ces expériences, je combinai leurs résultats, & ils me fournirent cette conclusion générale: "que par une augmentation de la chaleur qui feroit monter mon thermomètre de 0 à 80, la hauteur du Baromètre augmenteroit précisément de 6 lignes."

151. Cette détermination étoit très-essentielle pour la mesure des hauteurs observées par le Baromètre; car quand on compare les hauteurs observées de ces Instruments dans la plaine & sur les montagnes, il y a souvent une grande différence de chaleur entre ces Stations; & par conséquent on n'a plus une mesure ~~constante~~ immédiatement comparable des pressions de l'air à ces deux points. J'entre pris donc l'été suivant de vérifier cette détermination d'une manière plus directe.

152. Je demeurais à Genève vers le haut d'une rue fort en pente, dans une maison qui avoit des caves si profondes que le thermomètre n'y varioit que fort peu entre l'hiver & l'été. Je mesurai la profondeur de cette cave au-dessous de son entrée à la rue; & avec un niveau exact, je pris le point auquel correspondoit cette entrée sur une maison qui étoit saillante vers le bas de la rue: ce point correspondoit à une partie

connoissable de son toit. Je me transportai dans cette maison, dont je connois-
sois les habitants, & je mesurai à quel point correspondoit le fond de
ma cave dans l'un des appartemens au-dessous. Je pris alors deux de mes
Baromètres parfaitement d'accord entre eux, dont les échelles étoient divisées de
manière que je pouvois observer ^{immédiatement} la hauteur en 16^{me} de ligne; & d'après
les expériences dans ma chambre l'hiver précédent, j'avois divisé les
échelles de deux Thermomètres de manière que leurs degrés indiquoient des
 16^{me} de ligne à corriger sur le Baromètre.

153. Je placai un de ces Baromètres ^{avec un thermomètre} dans ma cave, où quelqu'un ^{me} observa
l'air que j'allai observer dans la maison au même niveau; la plus grande
chaleur de ce jour-là n'y fit monter le Thermomètre à $22\frac{1}{2}$ de ces degrés,
9 degrés plus haut que celui de Cave, où il ne varia pas, & la différence des
hauteurs des Baromètres, fut $\frac{9}{16}$ de ligne. Je fus donc sûr alors d'avoir
obtenu une équation exacte pour les effets de la chaleur sur le Baromètre
lui-même.

154. On verra dans la suite la manière en laquelle j'ai appliqué cette équation
dans la formule pour la mesure des hauteurs par le Baromètre; mais dès
ici on pourra voir quelles erreurs y introduisoient les constructions défectueuses
de cet Instrument, qui même en empêchoient la comparabilité. Car dans l'expé-
rience précédente, où des Baromètres parfaitement semblables, étoient placés
certainement à la même hauteur; les points où ils se tinrent respectivement
auroient indiqué une différence de 15 pieds, suivant la règle que je
déterminai ensuite après toutes mes expériences.

155. Cette correction du Baromètre m'aida à découvrir une autre
cause bien plus grande de l'incertitude que j'ai montrée ci-dessus
dans les formules pour la mesure des hauteurs par cet Instrument;
incertitude qui l'avoit fait abandonner comme impossible. Etant
sûr alors, par la correction du Baromètre & du Thermomètre, que
ces Instruments n'introduiroient plus d'erreur dans les observations,
j'entrepris de faire moi-même des observations de ce genre.

156. Demeurant alors à Genève, j'étois près des montagnes, & en partant d'une chaîne nommée Salève, qui s'élève par degrés jusqu'à 3000 pieds de France au-dessus du niveau du lac. Ce fut alors que je découvris la plus grande cause d'erreur dans les expériences précédentes, que j'indiquerai dès-ici, avant que d'expliquer les moyens par lesquels j'parvins à le surmonter. Cette cause consiste dans les différences de chaleur de l'air - lui-même: puisqu'avec la même différence de hauteur du Baromètre entre deux Stations différemment élevées, la colonne d'air interceptée entre elles ne peut pas produire la même différence de hauteur dans cet Instrument, si elle n'est pas également dilatée par la chaleur. Ce fut donc pour cet objet que je tournai mes vues.

157. Mais il fallut d'abord mesurer des hauteurs des lieux où je ~~serois~~ ferois les observations du Baromètre, & comme l'exactitude dans ce premier point étoit indispensable, je ne négligeai rien pour l'obtenir, comme on pourra en juger par les détails suivants.

Article XVI. Moyens employés pour mesurer
diverses hauteurs sur la Montagne-Salève.

158. Ce sujet commence au § 508 de mes Recherches sur la modification de l'Atmosphère. La première entreprise fut en hiver, & des circonstances particulières me déterminèrent d'abord pour la mesure trigonométrique. Nous avions à la Bibliothèque publique un Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon sur par le célèbre Butlerfield, & ayant obtenu qu'on me le prêtât, j'y ajoutai un Micromètre.

159. Une autre circonstance déterminait le plan de mes opérations trigonométriques; ce fut une chaumière horizontale qui se dirigeoit en droite ligne vers la partie de la montagne nommée la petite Salève; l'eau des fossés de cette chaumière se trouvant gelée en hiver, me fournit le moyen de mesurer sur la glace une épreuve de

3400. piés de France; ce que je fis avec des perches de 2 loix, mesurées avec le même étalon qui m'avoit servi à mesurer l'échelle de mon Baromètre. Ce fut ainsi que je déterminai trois points, l'un au-dessus de l'autre dans le petit Salève, & que je commençai d'y faire des observations du Baromètre.

160. Cependant après tout le travail que m'avoit occasionné cette opération trigonometrique, & l'exactitude que j'y avois apportée, l'effet des refractions, quoique je ne ^{le} supposasse pas aussi grand que d'autres physiciens, ne me permit pas de compter absolument sur cette mesure; & je me déterminai à une opération qui exigeoit beaucoup de travail; mais qui, en même temps qu'elle fixeroit plus certainement les hauteurs des lieux, me fourniroit une détermination exacte de l'effet des refractions; ce plan fut de niveler la montagne: entreprise très-grande; puisque le point le plus élevé de la montagne auquel je voulois observer, étoit distant de 5 lieues du point que j'avois fixé pour les observations du Baromètre dans la plaine, savoir l'extrémité de la bar murée, la plus éloignée de la montagne, & ainsi la plus voisine de la ville, d'où mon Père devoit venir pour faire les observations correspondantes, tandis que je serois sur la montagne.

161. Tandis que j'avois encore le Quart-de-cercle auprès de cette bar, je mesurai ~~deux points~~ trigonometriquement deux points sur la montagne; un rocher, qui se trouvoit à la plus grande distance, mais le point le plus élevé où je me proposois d'observer le Baromètre, & un autre plus bas, où je me proposois de passer en nivellant. ~~Les données sont les mêmes.~~ J'ai donné au § 511 tous les calculs qui concernent cet objet de comparaison de la mesure trigonometrique avec le nivellement, & en voici le résultat. — Au point le plus voisin, dont la hauteur par le nivellement fut trouvée de 2584 piés, la mesure trigonometrique donna 15 piés de plus; & au point le plus éloigné, sur une hauteur de 2926 piés, la mesure trigonometrique n'excédoit que de 10 piés.

Le nivellement, parce que, vu la distance, l'angle étoit plus petit.
Schuchzer avoit donc assigné beaucoup trop d'influence aux refrac-
tions: Mais en général, on peut juger qu'on n'avoit point obtenu
 les hauteurs réelles par les mesures trigonométriques; car de plus,
 la plupart avoient été faites, non seulement avec des instruments bien
 moins exacts que le Quart-de-Cercle que j'avois employé, & à l'ex-
 ception de Bouguer, on ^{ignoroit} ~~ne savaient pas~~ avec quelle ~~une~~ ^{grande} degré d'exacti-
 tude ils avoient mesuré leur base.

162. J'ai décrit dès le 5510, deux nivellements de toute cette route,
 dans lesquels je fixai le hauteur de 15 points, ou Stations auxquelles
 je ^{me} proposois d'observer le Baromètre. J'avois construit pour cet effet
 un Niveau, & une perche à niveller, & le succès obtenu avec ces
 Instruments m'engagea à les décrire dans un Memoire, publié par
 l'Académie des Sciences de Paris, dans le Volume ^{de Mémoires des} Savants étrangers.
 Ces Instruments étoient si commodes pour l'usage, que mon Frère
 & moi, aidés d'un seul homme, nous nivellâmes en 30 heures, cet
 espace de 5 lieues, parmi les rochers de la montagne. Mais de
 peur ~~que~~ ^{de} quelque inattention dans nos notes, nous répétâmes
 tout ce nivellement. Or nous fûmes bien récompensés de notre
 peine, lorsqu'en arrivant à notre base, nous ne trouvâmes que
 10 pouces & $\frac{1}{2}$ de différence entre les deux nivellements.

163. Je ne crois donc pas qu'il puisse y avoir aucun doute
 sur l'exactitude de la mesure actuelle de la hauteur des lieux
 où j'ai fait mes observations du Baromètre; & l'on a vu ci-dessus
 qu'il ne sauroit y en avoir aucun sur l'exactitude des indications du
Baromètre que j'y employai. Or c'est ainsi qu'en écartant les
 causes d'erreur, on trouve le chemin pour la découverte des causes
physiques qui opèrent sur notre globe. Car ce fut par tous ces pas
 que j'arrivai enfin à découvrir la cause dont j'ai parlé ci-dessus, savoir,
 que les différences de chaleur de l'air sont une des conditions les plus

importantes dans la mesure des hauteurs par le Baromètre. 69

Article XVII. Effet des différences de Chaleur dans l'air,
pour changer les rapports de la densité avec les
Degrés de pression exercés sur lui.

164. Ce sujet commence au § 1518 de mes Rech. sur les mod. de
l'Atmosphère. Ayant ^{obligé} deux fois dans le même jour, au point
de la Montagne dont j'ai dit que la hauteur étoit 2586 pieds, j'y
trouvai le Baromètre plus haut la seconde fois que la première.
Ce changement ne me surprit pas d'abord, parce que je pensai qu'il
y auroit eu le même changement à la plaine. C'est ce que je pouvois
savoir en y arrivant, parce que, comme je l'ai dit, tandis que
j'étois à la Montagne, mon Père observoit à la plaine, à
l'extrémité de ma bare, chaque quart d'heure; pour avoir des
observations simultanées, nous mettions nos montres d'accord,
et j'observois aussi lorsque ma montre étoit sur un quart d'heure.

165. Quand je fus de retour à la plaine, je fus d'abord obligé de cor-
riger les hauteurs immédiatement ^{observées} des Baromètres, pour les diffé-
rences de la chaleur du mercure dans cet Instrument; parce qu'à
la plaine, l'air avoit été terriblement plus chaud; car sans ~~correction~~
~~correction~~ cela, je n'aurois pu discerner l'effet de la chaleur sur l'air
lui-même; ce qui étoit ^{avoir été} le cas dans les tentatives ^{des observateurs qui n'avoient} ~~spéciales~~. Mais après
cette correction, je vis avec surprise que les mouvements des Baromètres
s'étoient faits en sens opposés: le Baromètre de la plaine étoit
graduellement descendu, dans le même temps que celui de la montagne
étoit monné; l'un étoit remonté, tandis que l'autre
descendoit.

166. Ce contraste me conduisit à réfléchir sur l'effet de la chaleur
dans l'Atmosphère, aidé par le fait déjà connu, que la chaleur
dilate l'air, & diminue ainsi la pesanteur spécifique. hors
donc que le Soleil, par sa présence, dilate l'air d'un lieu,

l'air doit s'étendre latéralement & de bas en haut. La première de ces directions ne peut contribuer que peu à la différence des hauteurs du Baromètre à la montagne & à la plaine; c'est l'expansion de bas en haut qui produit presque toute la différence.

167. On peut considérer la plaine comme le point d'appui des colonnes de l'atmosphère; rien ne fait obstacle à l'expansion de l'air de bas en haut quand la chaleur augmente: mais il faut un certain temps pour que les colonnes soulevées se venent latéralement sur les autres dans le haut de l'atmosphère. Or durant ce temps-là il y a plus d'air qui presse sur la montagne, ce qui y fait monter le Baromètre: mais la quantité d'air qui se venne dans le haut sur les colonnes s'étendant, diminue la hauteur & ainsi la densité des colonnes qui reposent sur la plaine, à quelque distance de la montagne, & ainsi le Baromètre y baisse.

168. J'ai eu la confirmation de ces effets sur quelques montagnes, & j'ai obtenu que les différences de la chaleur de l'air ne produisoient point de changements dans la hauteur du Baromètre: ces lieux se trouvent à une hauteur telle que les deux effets de la dilatation de l'air se compensent, soit par l'augmentation soit par la diminution de la chaleur: je ne considérerai que le premier cas. Quand la chaleur dilate l'air, les colonnes deviennent moins pesantes, ce qui tend à faire baisser le Baromètre sur les sommes de montagne, comme à la plaine: mais les colonnes s'allongent par leur dilatation de bas en haut, & si le lieu est à une telle hauteur qu'il soit passé au-dessus de lui une quantité d'air qui compense la diminution de densité des colonnes, le Baromètre ne fait point de mouvement sensible à ce point.

169. Les combinaisons sont si changeantes, qu'elles ne peuvent être remarquées que par ceux qui ont répété, comme je l'ai fait les observations du Baromètre à différentes hauteurs sur les pentes des montagnes; mais elles servent à confirmer les conclusions que j'avois tirées de mes observations à de plus grandes hauteurs.

170. Ces premières expériences m'indiquoient une autre grande tâche, mais indispensable pour parvenir à une mesure exacte des hauteurs par le Baromètre. Car il falloit absolument obtenir une équation pour les différences de la chaleur de l'air; afin de ramener toutes les observations à ce qu'elles seroient si la température étoit toujours la même. Dans ce but il falloit d'abord déterminer quel thermomètre devoit être employé à ces observations. Je ne balançai pas à déterminer que ce devoit être un thermomètre de mercure; & quant à la forme, je vis bientôt qu'il ne devoit avoir qu'une petite boule, pour se conformer plus promptement à la température de l'air. Je compris ensuite, que l'échelle de ce thermomètre ne devoit pas être gravée sur une pièce de métal, parce que celui-ci conservant plus long-temps la chaleur, la communiquoit à la boule du thermomètre quelque temps après qu'elle avoit diminué dans l'air. Je fis donc les montures de mes thermomètres d'une pièce de sapin, sur laquelle je collai du papier blanc, & c'est sur celui-ci que je traçai, avec de l'encre, la division du thermomètre.

171. Mais, bientôt je fus obligé de considérer un autre objet. Dans le cours de mes observations, non seulement en différents jours, mais en différentes parties d'un même jour, l'air étoit, ou n'étoit pas traversé par les rayons du soleil; or j'avois à décider si, dans le premier cas, le thermomètre destiné à faire connoître la température de l'air, devoit être exposé au soleil, ou placé à l'ombre. Je fis pour cet effet un grand nombre d'observations, des deux manières, successivement en différentes parties du jour, & je

trouvai des différences d'autant plus grandes, que les corps qui produisaient l'ombre avoient plus d'étendue; ce qui produisoit plusieurs degrés de différence en certaines positions.

172. Je fus alors fort embarrassé, jusqu'à ce que réfléchissant sur un point brillant que je voyois sur la boule de mon thermomètre exposé au Soleil, il me vint à l'esprit qu'elle réfléchissoit les rayons du Soleil comme un miroir, & que peut-être ils n'y produisoient point de chaleur. Cette conjecture me conduisit à un grand nombre d'expériences, d'après lesquelles j'arrivai à cette conclusion très-importante en Thyrique: " que les rayons du Soleil ne sont pas la cause immédiate de la chaleur qu'ils produisent, ni dans l'air, ni dans le corps sur lesquels ils tombent; que pour produire la chaleur, ils doivent s'unir, ou dans l'air ou dans les différents corps, avec une autre substance; et ainsi transformé en un autre fluide, qui devienne alors cause immédiate de la chaleur "

173. D'après cette conclusion, je construisis le thermomètre dont j'ai donné la figure dans mon Ouvrage. Ce thermomètre destiné à observer la température de l'air, n'a qu'une fort petite boule qui, de même qu'une petite partie du tube près de la boule, dépasse la monture de sapin, & se trouve ainsi isolée, n'étant environnée que par l'air. Or voici qui prouve que ma conjecture étoit fondée. Quand je suspende ce thermomètre loin de tout grand corps & qu'il fait le Soleil, si je fais ombre sur la boule de l'incandescence, son degré ne change point; il n'est donc pas affecté par les rayons du Soleil, il n'indique que la température de l'air qui l'environne.

174. C'est la dernière suite d'expériences que j'avois faites pour me préparer à l'entreprise de mesurer les hauteurs par le Baromètre; de sorte que dans toutes les observations dont j'ai conclu ma Formule

les températures de l'air, tant sur la montagne qu'à la plaine, ^{par ce thermomètre} la manque de cette condition dans les ~~formules précédentes~~ ^{principales} sont indiquées. ~~corrections qui n'auraient pu être faites~~ ^{principales} Formules précédentes, avoir été la cause des grandes différences que j'ai fait remarquer dans leurs résultats.

175. Lorsque j'eus fait un grand nombre d'observations sous cette forme, j'entrepris de calculer les effets de la chaleur sur la densité de l'air à toutes les hauteurs où je les avais faites; & dans le cours de ces calculs, qui embrassoient nécessairement les observations faites sur la montagne & à la plaine, j'aperçus une autre source d'erreur dans les Formules précédentes. On a vu que dans toutes, on comparoit les hauteurs du Baromètre observé dans les lieux élevés, avec la hauteur au niveau de la mer, supposée dans la plupart de 28 pouces, de France. Or d'abord, j'étois sûr, d'après mes observations ^{au bord de la mer}, que la hauteur du Baromètre est aussi variable ~~au bord de la mer~~ ^{au bord de la mer} que dans l'intérieur des terres, & qu'ainsi c'étoit un point de comparaison absolument illusoire. Mais d'ailleurs, à moins que les lieux élevés sur lesquels on observe le Baromètre ne soient voisins de la mer, c'est encore une source d'erreur; car la distance des lieux peut faire que l'on compare des colonnes de l'atmosphère dont les modifications dans elles-mêmes sont très-différentes.

176. M'étant donc aperçu de ce défaut, je considérai mes propres observations, dans lesquelles je trouvois une base commune très-voisine, savoir le lieu où l'on observoit simultanément à la plaine. Je compris donc, que les observations que j'avais faites sur la montagne ne devoient être comparées qu'à celle-là; & qu'ainsi dans chacune, j'avais immédiatement les deux hauteurs du Baromètre qui devoient fournir la différence de hauteur des lieux.

177. Cette considération changea tout le plan des combinaisons de mes observations, & une idée qui me vint alors dans l'esprit, en rendit les calculs incomparablement plus aisés. Je me rappelai que

Bouguer, dont les observations avoient été faites dans la vallée
quéro, située dans les Cordelières à une hauteur où la température
 n'éprouve que peu de variation, avoit donné pour règle, de con-
 = dérer la différence des logarithmes, des deux hauteurs du Baro-
 = mètre, après la soustraction d'une 30.^{me} partie, comme exprimant
 la différence de hauteur des lieux en millièmes de toises de France, &
 je cherchois le moyen d'en faire usage.

178. Je ne pouvois pas employer immédiatement cette règle,
 vu la grande différence des températures dans mes observations;
 mais je cherchois, par la combinaison de celles que j'avois faites
 dans chacune de mes Stations, quelle étoit la température à laquelle
 les différences des logarithmes donnoient en millièmes de toise,
 les hauteurs mesurées. Heureusement je trouvois le même effet dans
 toutes les Stations; ce qui me permit d'établir ~~pour~~ la règle générale, suivante:
 " La température de l'air par laquelle la différence des logarithmes, des
 " hauteurs du Baromètre donne immédiatement les hauteurs des lieux
 " en millièmes de toises de France est $+ 16 \frac{3}{4}$ de mon Thermomètre
 " dont l'échelle est divisée en 80 parties entre les points fixes; & pour
 " chaque degré de cette échelle, il faut corriger $\frac{1}{215}$, à soustraire quand
 " la chaleur est au-dessous de ce point, & ajouter lorsqu'elle
 " est au-dessus."

179. Le grand nombre d'observations que j'avois à calculer, non
 = seulement dans la montagne de Saline mais en d'autres lieux, me
 fit considérer que cette équation $\frac{1}{215}$ exigeroit de longs calculs, &
 je pensai à un moyen d'en obtenir une plus commode, & qui
 donnât en même temps les hauteurs en pieds, en changeant
 l'échelle du Thermomètre pour cet usage. La partie fondamentale
 de cette échelle consiste dans les deux points fixes, qui dans mon échelle
 originelle sont 0 & 80. Mais je considérai que la division entre
 les deux points étoit arbitraire, puis qu'elle étoit déjà différente
 dans l'échelle de Fahrenheit, je pouvois aussi la changer pour le

Thermomètre destiné à exprimer la température de l'air. Je fixai d'abord le rapport de 1 à 500 pour celui de l'équation, parce qu'en prenant la somme des températures à la montagne & à la plaine la correction devenoit $\frac{1}{1000}$ pour chaque degré, correction qui devenoit très-aisée, & qui n'exigeoit que la ~~cor~~ division de l'échelle en 186 parties entre les points fixes.

180. Enfin, pour rendre l'équation plus commode dans son application au calcul, je cherchai à quel point de la nouvelle échelle correspondoit celui de $+16\frac{3}{4}$ de la mienne, pour y placer le 0. & je trouva 39. Ainsi, dans cette échelle du thermomètre destiné à exprimer la température de l'air, le point de l'eau bouillante est à $+147$, & celui de la glace fondante à -39 . Ce sont les points observés sur cette échelle qui sont indiqués dans les Tables de mes observations, sur la Montagne de Salève, dont les titres des Colonnes indiquent les éléments du calcul pour chaque observation, & dans la dernière sont les résultats en piés de France, avec une Colonne additionnelle ^{indiquant} les petits écarts en plus & en moins, qui, dans la totalité se balancent.

181. C'est ainsi que la mesure des hauteurs par le Baromètre est arrivée à un degré d'exactitude dont on avoit desespéré. Il falloit bien du temps, & la réunion de bien des observations pour arriver à la découverte des causes produisant les incertitudes qu'on y avoit éprouvées. On peut voir dans les Tables de mes observations, le degré auquel je les avois surmontées.

182. Cependant je trouvois dans les calculs quelques écarts qui me paroissent inexplicables. Je ne pouvois les attribuer à aucun défaut dans les observations concernant les deux parties de ma Règle: la détermination des degrés de pression de l'air supérieur

exprimés par le Baromètre ne pouvoit être qu'exacte, en corrigeant comme je le faisois, les effets de la différence de la chaleur sur la pesanteur spécifique du mercure dans des baromètres parfaits & même purgés d'air. Quant à l'effet de la chaleur sur la densité de l'air, les soins que j'avois pris pour le déterminer, & la manière dont j'observois la température, ne pouvoient non plus me laisser aucun doute sur l'exactitude de cette équation. Il devoit donc y avoir quelque cause qui se joignoit à la pression & à la température, pour déterminer le poids de la colonne d'air interceptée entre les deux stations; cause qui empêchoit l'air d'être toujours absolument de même nature; ce qui ne pouvoit être que le mélange de quelque fluide inconnu, qui n'étoit pas toujours en même quantité.

183. On a vu ci-dessus, que j'avois fixé depuis long-temps mon attention sur la vapeur aqueuse; fluide spécifique & même moins pesant que l'air, produit par l'évaporation des eaux & du sol; qui se lève constamment dans l'atmosphère & qui peut être mêlé à l'air en différente quantité en différents temps. Cette idée vint se joindre à tous les phénomènes météorologiques que j'avois observés, non-seulement sur les montagnes, mais de la plaine: j'avois toujours été étonné de voir que dans l'air serein, il se formoit tout-à-coup des nuages, qui se dissipent quelque fois sans qu'on en vît la cause ^{de ce changement} tandis que d'autres fois ils produisoient des pluies abondantes, tantôt soudaines, tantôt durables. Je compris donc qu'on ne pouvoit faire aucune découverte dans les eaux qui produisent les phénomènes météorologiques, sans obtenir un Instrument qui indiquât l'humidité dans l'air, comme nous avons ^{par} le thermomètre, une mesure exacte de son degré de chaleur.

c'est-à-dire, un Hygromètre sur les indications duquel on pût compter & qui fût comparable.

184. Je résolus donc de chercher les moyens d'obtenir un tel Hygromètre; ce qui me conduisit à un très-grand travail; mais on verra dans la suite, & dès le commencement de mes observations, sur les montagnes, avec mon premier Hygromètre, qu'elles changèrent absolument les idées qu'on s'étoit formées des causes qui agissent dans l'atmosphère. Je vais donc tracer aussi en abrégé les progrès de cette branche de l'hygiène expérimentale.

Article XVIII. Histoire de l'Hygromètre.

185. Quand je me vouai à cette recherche, j'échelai d'abord tous les Instruments produits jusqu'alors qui portaient le nom d'Hygromètres: quelques-uns avaient de grands mouvements dans une même chambre; mais je leur trouvais deux défauts, qui empêchoient qu'ils ne pussent fournir une mesure réelle de l'Humidité: l'un de n'avoir aucun point fixe dans leur échelle; l'autre que la graduation de toutes les échelles étoit absolument arbitraire. De sorte que les physiciens ne pouvaient pas parler d'entendre, ^{(quand ils parlaient des degrés d'humidité,} entendant, qu'ils ne le pouvaient auparavant quand ils parlaient des degrés de chaleur. Or comme j'avois déjà lieu de penser que la connaissance des phénomènes atmosphériques exigeait qu'on eût une idée claire de l'effet de l'humidité dans l'air, j'entrepris de chercher à construire un Hygromètre, qui eût au moins un point fixe, & une échelle déterminée.

186. En réfléchissant sur cet objet, je pensai que l'Hygromètre pourroit avoir un avantage qu'on ne pouvoit procurer au Thermomètre, celui d'avoir au moins une des extrémités de son échelle déterminée par un extrême absolu de la cause qui agit sur lui. Car si on plonge certain, qu'en plongeant un corps dans l'eau, les pores deviennent en recevant autant qu'elles peuvent en contenir, & qu'ainsi il y parvient à l'humidité extrême, ^{montre par} ~~donc~~ un degré fixe de dilatation.

Il ne s'agissoit donc plus que ^{de} trouver un corps qui, après être par-
 venu à la dilatation extrême dans l'eau, tendît à retourner au même
volume, quand l'eau s'évaporerait dans l'air, & ne conservât que le
volume correspondant à la quantité d'eau, ou d'humidité, qu'il conser-
 verait dans l'air.

187. Après l'essai de divers corps, je trouvais dans l'Ivoire la pro-
 priété que je cherchois, & en réfléchissant sur la manière de mesurer
 son expansion, il me vint à l'esprit d'employer des tuyaux d'Ivoire,
 fermés à l'une de leurs extrémités; de fixer à l'autre un tube de verre
 comme ceux des thermomètres, & de remplir de mercure le tuyau d'Ivoire,
 qui, se dilatant contractant plus ou moins, après être sorti de
 l'eau, présenterait une colonne de mercure de différente longueur
 dans le tube de verre; ce qui veut dit.

188. Il fallut ensuite déterminer la quantité dont l'Instrument se mouvait
 comme thermomètre, par la dilatation du mercure; ce que je fis en pesant
 le mercure contenu dans le tuyau d'Ivoire, & construisant un thermomètre
 avec un tube de verre du même calibre que les tubes destinés à mes
hygromètres, avec une bulle contenant le même poids de mercure; &
 j'ajoutai à la monture de chaque hygromètre un échelle mobile, avec
 un index passant sur une échelle fixe où étoient tracés des
degrés correspondans aux dilatations du mercure par ceux de la
chaleur, indiqués par un thermomètre placé sur la même monture.

189. Tout étant ainsi préparé, je plongeai mes hygromètres
 dans l'eau, afin d'y fixer leur point d'humidité extrême, faisant
 en sorte que ce point fût au bas du tube de verre; & pour que
 ce fût par un même degré de chaleur, j'employai de l'eau immé-
 diatement produite par la glace fondante. A ce point je
 fixai le 0 de l'échelle; de sorte qu'à partir de ce point, les
degrés indiquoient ceux de l'augmentation de la sécheresse.

190. Ayant fini cet instrument à Genève en 1770, j'en commençai de l'observer sur les montagnes, & arrivé en Angleterre en 1773, j'en donnai la description à la Société royale de Londres, dans un Mémoire qui fut imprimé dans les Transactions philosophiques, pour 1774, & depuis dans le Journal de Physique de Paris. Je récitai dans ce Mémoire diverses observations, que j'avois déjà faites sur les montagnes avec cet hygromètre avant que de quitter Genève. Je rapporterai ces observations dans la suite, & l'on verra de quelle importance elles furent en Météorologie; mais je reviens d'en rendre compte, ~~des observations~~ pour suivre l'histoire de l'hygromètre, & d'abord des progrès que j'ai fait moi-même dans la construction depuis mon arrivée en Angleterre.

191. Ces observations inattendues sur les Alpes, m'avoient fait desirer de découvrir la limite de la sécheresse, comme j'avois obtenu celle de l'humidité; comprenant dès-lors, qu'à moins d'obtenir ces deux limites, on ne pourroit connaître à quel point les différentes intensités de cette cause pouvoient influencer sur les étonnans phénomènes météorologiques que j'avois observés sur ces montagnes; c'est-à-dire, quelle quantité d'eau évaporée, dans un certain espace de l'atmosphère, pouvoit y produire l'humidité extrême. A ce premier but j'en joignois un autre très-essentiel, celui de savoir si tous les corps hygrométriques mesureroient les augmentations de l'humidité par des expansions proportionnelles entrées, afin de choisir celui qui approchoit le plus de mesurer exactement l'humidité.

192. Ce dernier objet m'obligea de changer la construction de mon hygromètre, parce que je ne pouvois pas donner la forme de tuyau à tous les ~~corps durs~~ corps que je me proposois d'essayer; n'étant pas compacte comme l'ivoire, mais la plupart fibreux. Je résolus donc de les employer en fil, ou en bandelettes, avec quelque moyen de mesurer leur allongement par l'humidité.

193. Ces nouveaux hygromètres, dont je fis d'un très-grand nombre d'espèces,

furent tous de la même construction. J'employai des cadres de laiton ou de verre, au bas desquels étoit fixé le corps hygrométrique; un fil lui étoit uni dans le haut, qui passoit sur un axe; & un autre fil fixé à un ressort, étoit uni au même axe, mais en sens contraire, pour tenir toujours le corps dans un état de tension dans les changements de sa longueur par ceux de l'humidité. Enfin un index, fixé à l'un des extrêmes de l'axe, indiquoit sur un cadran, les changements de l'humidité.

194. Je viens maintenant au point de la sécheresse extrême. A cet égard il me vint à l'esprit, que si un corps hygrométrique pouvoit soutenir la chaleur de l'incandescence sans changer de nature, il devoit en cet état avoir perdu toute son humidité; & que s'il étoit ensuite capable d'en absorber beaucoup dans l'air, étant placé, en suffisante quantité dans un vase tenu parfaitement clos, avec seulement quelques ouvertures à son sommet pour y introduire les ^{hygromètres} ~~les~~ ^{reformer} ~~reformés~~ aussitôt; ces instruments devoient y arriver à la sécheresse extrême. Ce vase devoit avoir à l'un de ses côtés une plaque de verre, derrière laquelle on put voir les cadrans des Hygromètres; enfin il devoit y avoir des cadrans d'épreuve divisés en degrés de cercle, afin de voir le point où l'Index se feroit.

195. Après avoir fixé ce plan pour la construction d'un grand vase où je déterminerois le point de la sécheresse extrême sur mes hygromètres futurs, je fis, dans un petit vase, des expériences directes sur ce principe de sécheresse extrême, en employant pour la produire, deux corps de nature très-différente. L'un fut une pièce produite, deux corps de nature très-différente. L'un fut une pièce refractaire, qui subit l'incandescence sans changer de nature, & qui, étant privée ainsi de toute son humidité, ne perdit qu' $\frac{1}{100}$ de son poids. L'autre substance que j'employai fut la craie, qui, par l'incandescence est convertie en chaux, & je trouvois qu'en passant de l'incandescence à l'humidité extrême, elle augmentoit en poids de 50, & ainsi 50 fois autant que la pièce refractaire. Or ayant placé un ¹⁰⁰ même hygromètre, dans un même vase, tour à tour avec ces deux substances si différentes, sortant de l'incandescence, il s'y

finis au même point.

196. Certain aëmi d'avoir obtenu un moyen de fixer le point de la sécheresse extrême aussi sûrement que celui de l'humidité extrême, & de connaître ainsi les deux limites de l'humidité; je construisis un grand vase, décrit avec figure dans un Memoire sur l'Hygrométrie inséré dans ceux de la Société royale de Londres pour 1790. Ce vase est cylindrique, fait de fer blanc; il a 1 pied de diamètre & 3 pieds de hauteur; il n'a que de petites ouvertures au sommet pour y introduire les hygromètres. Ces ouvertures sont toujours fermées par des plaques de fer-blanc garnies de ciment de vitrier. Aussitôt que les hygromètres sont introduits, ces plaques sont de nouveau appliquées avec le même ciment. Je renouvelais le vase qu'à une même température, afin d'éviter l'échange de l'air intérieur avec l'air extérieur; ce qui auroit pu influencer sur le degré de sécheresse dans le vase. Or la capacité de la chaux pour l'humidité est si grande, que malgré le très-grand nombre d'hygromètres dont j'ai fixé le point de la sécheresse extrême dans ce vase, que je possède encore, les hygromètres ~~dont~~ sur lesquels j'y avois fixé ce point avant 1790, y arrivent ^{encore} au même point à présent, en 1814.

197. Ayant donc obtenu un moyen sûr de fixer le point de la sécheresse extrême sur tout Hygromètre, j'en fis de diverses ^(don je parlerai d'abord, &) espèces de substances fibreuses, & de deux sortes; l'une que je nommerai des filés, soit naturels, comme des cheveux des erins, des gramens minces, des piquans minces de porc-épie; puis des filés que je détachois de corps fibreux, tels que de baleine, de divers bois, & même de plume à écrire; ils étoient tous montés dans les cadres que j'ai décrits ci-dessus, avec des cadres & des index à l'extrémité de leurs arcs. Je fixois sur tous les points de la sécheresse extrême & de l'humidité extrême; nommant le premier 0, & le dernier 100, parce que je divisois l'intervalle en 100 parties.

Pour cet effet j'avois une ouverture à l'un des côtés au-bas, par laquelle j'introduisois momentanément un linge mouillé sur une espèce de petit chariot; puis le retirant, je cimentois l'ouverture; & donnais le temps nécessaire pour que les index fussent tous fixés, ~~à chaque fois~~ ^{ainsi} je notois les effets de ces augmentations successives de l'humidité dans l'intérieur. Or quelques uns des fils de ces hygromètres, après s'être allongés pendant une certaine période, ~~s'accourcissent~~ ensuite raccourcis de plus en plus, quoique l'humidité allât toujours en augmentant.

201. J'ai expliqué dans le Mémoire ci-dessus à la Société royale, la cause de cet étrange phénomène, qui manifeste la nature des substances fibreuses, tant animales que végétales; & pourquoi, quand on les emploie sous la forme de fils, elles ne suivent point, dans leurs allongements, la marche des quantités d'eau qui les pénètrent. Ces corps sont composés de fibres principales, liées entre elles latéralement par des filloles qui, avec les principales, forment ^{entre elles} ~~entrelacs~~, comme des mailles de filet. Et d'après leur marche, nous pouvons juger, que le premier effet de l'humidité est d'allonger les fibres principales, ce qui allonge le fil lui-même; mais quand l'humidité vient à pénétrer dans les mailles, elle les élargit, & le fil ^{lui-même} est raccourci, comme il arrive à un fillet quand on l'étire dans le sens de la largeur.

202. Cette solution du phénomène me fit comprendre que pour l'hygrométrie, les substances fibreuses ne devoient être employées qu'en bandelettes coupées à travers des fibres; parce que la longueur de telles bandelettes ne pouvoit changer que par une seule cause, celle de l'introduction de l'humidité dans leurs mailles. Mais je voulus m'assurer de cette explication par une expérience directe, en déterminant par le poids, la quantité d'eau qui entroit dans chacun de mes hygromètres.

203. Pour cet effet je procuroi un fleur si sensible, que son index, passant devant un cadran, indiquoit jusqu'à 1000 ^{ma} de grain; ~~les~~ expériences que j'eus par ce moyen, sont rapportées dans le même ~~rapport~~ ^{mémoire} à la Société royale.

204. Je plaçai dans mon vase un de ces fleaux, auquel je suspendis successivement des bandellettes très-minces, ou des fils, de tous les corps dont étoient faits mes hygromètres. Je produisois d'abord la sécheresse extrême dans ce vase; après quoi, les mouvements de l'index du fleau m'indiquoient les quantités d'eau qui pénétraient les substances que j'y suspendois, & ainsi très-sûrement celles qui pénétraient les mêmes substances, soit en fils, soit en bandellette, dont étoient faits les hygromètres renfermés dans le même vase.

205. Ce fut ainsi que je remontai à la source des phénomènes ~~des divers~~ de mes divers hygromètres c'est-à-dire à la cause de ce que les mêmes quantités d'eau qui les pénétraient produisoient des expansions différentes dans leurs différentes espèces. J'étendis alors mes expériences sur d'autres fils; toujours, en comparant leurs mouvements avec ceux d'un Hygromètre fait d'une bandellette de baleine renfermé dans le même vase; & quand ces expériences furent terminées, ce qui fut en 1791, je les rapportai en détail dans un Mémoire à la Société royale, dont voici l'abrégé.

206. Ce Mémoire contenoit les mouvements de 9 différents fils, toujours en partant de la sécheresse extrême, & comparés à ceux de la bandellette de baleine, de 5 en 5 degrés de celle-ci. Or on voit dans la table de ces expériences, que quelques fils étoient arrivés à leur point d'humidité extrême mis dans l'eau, quand la bandellette de baleine, par la même quantité d'eau incorporée dans le vase, n'étoit arrivée, pour quelques-uns qu'à 50° & même qu'à 45° pour d'autres; & que, de ces différents points, les fils se raccourcissent de plus en plus. Ce dont je tirai la conclusion générale, que les fils devoient être absolument exclus de l'Hygromètre.

207. Je donnai dans le même Mémoire la marche comparative, observée de la même manière, de 10 Hygromètres construits de bandellettes différents corps; ils ne suivent pas tous la même marche, mais ils n'ont jamais de retrogradation. Cependant il falloit décider, quelle

espèce de bandelette ~~de baleine~~ ^{à laquelle j'employais} l'Hygromètre qui devint commun aux physiciens, pour qu'ils s'entendissent entre eux en parlant des degrés d'humidité; & je donnai les raisons suivantes de préférer la bandelette de baleine. 1. Un grand avantage pour la construction de cet Instrument, c'est la grande expansibilité de ces bandelettes, supérieure à celle de toutes les autres substances; car j'ai vu des bandelettes de baleine augmenter d' $\frac{1}{8}$ de leur longueur en passant de la sécheresse extrême à l'humidité extrême, & qui permet de donner un plus grand diamètre à son axe, & diminuer ainsi les frottements. — 2. L'élasticité de la baleine est aussi un grand avantage; parce qu'on est plus sûr qu'elle revienne à la même expansion par les mêmes degrés d'humidité. — 3. Enfin les mêmes expériences montrent, que la bandelette de baleine est plus précise qu'aucune autre de mesurer, par les degrés d'expansion, les quantités d'eau qui la pénètrent.

208. ~~Tout ce que j'ai dit dans le chapitre précédent de mon Hygromètre~~ ^{208. Tout ce que j'ai dit dans le chapitre précédent de mon Hygromètre} ~~est~~ ^{lorsque} ~~je m'occupais d'hygrométrie en Angleterre, M. de Saussure mon compatriote s'en occupait à Genève, & il alla même plus loin que moi sur un point dont je parlerai ensuite; il conceut aussi des points de sécheresse extrême & d'humidité extrême, comme extrémités opposées de son échelle, & il fixa~~ ^{par l'expérience, plusieurs points intermédiaires de cette} ~~correspondance.~~ Mais une circonstance accidentelle empêcha que les deux seuls Hygromètres qui aient été construits sur les vrais principes, attirassent l'attention des physiciens, & même ils l'empêchèrent; ^{l'absence} ~~la~~ ^{différence} des marches comparatives de ces deux Instruments, dont, ~~ils~~ ^{ils en} n'examinant pas la cause, ~~on~~ ^{on} ~~conclut~~ ^{conclut} qu'on ne pouvoit obtenir aucune exactitude en Hygrométrie.

209. M. de Saussure trouva dans le cheveu, un fil naturel si aisément pénétré par l'humidité dans l'air, qu'il lui procura un hygromètre très-sensible, & il l'employa à toutes les belles expériences; mais le cheveu à la même propriété de tous les fil, il fut d'abord

de très-grands pas longue, partant de la sécheresse extrême, l'humidité vient à le pénétrer; puis les pas se raccourcissent de plus en plus, jusqu'à retrograde. M. de Saussure apperçut le défaut dans quelques cheveux, mais il supposa qu'ils auroient été altérés dans l'opération par laquelle il les degrainait, & il n'employa que ceux qui lui parurent n'avoir aucune retrogradation.

210. Malheureusement, la construction de son Hygromètre ne permettoit pas qu'il prît dans l'eau, le point de l'humidité extrême. Le cheveu étoit fixé dans le haut d'un cadre de laiton, il passoit en bas sur une poulie, & il étoit tendu par un poids. Cette poulie portoit un long index, qui passoit devant un cadran: il auroit donc fallu plonger tout l'Instrument dans l'eau jusqu'au dessus du cadran haut du cadre, pour que tout le cheveu entrât dans l'eau; mais cela auroit gâté l'Instrument, en rouillant les pivots de la poulie; ce qui le conduisit à la méthode que je vais décrire.

211. Sur un disque de plomb, étoit fixé un crochet assez élevé pour y suspendre les hygromètres; cette base étoit placée dans un baignoir plein d'eau; une cloche de verre, dont la surface intérieure étoit mouillée, couvrit les instruments, & son bord plongeait dans le bassin. M. de Saussure ne doutoit pas que l'humidité extrême ne régnât sous cette cloche, ^{par conséquent il y} ~~dans~~ ^{il y} ~~seroit~~ ^{seroit} fixé ce point sur les hygromètres.

212. Mais j'avois déjà étudié cet objet avec attention, avant que de me déterminer à fixer dans l'eau elle-même le point de l'humidité extrême: je savois, dis-je, que la simple évaporation ne la produit dans un vase clos, que lorsque la température est voisine de 0 de mon thermomètre; & que l'humidité diminue dans cet espace à mesure que la chaleur augmente, quoiqu'il y ait assez d'eau pour produire la vapeur aqueuse à son maximum.

213. Cependant, comme c'étoit là un point très-essentiel à cons-
 -tater tant en Hygrologie qu'en Hygrométrie, je fis sous la cloche
humide un grand nombre d'expériences, dont je donnai les détails dans
 les mêmes Mémoires à la Société royale de Londres; & je démontrai
 ainsi que l'humidité luit, sous cette cloche, les lois que j'avois
 déterminées quant aux degrés de densité que la vapeur aqueuse
 pouvoit conserver dans un même espace par les différents
degrés de chaleur; degrés qu'elle déterminent aussi ceux de l'humidité
 dans les corps qu'elle embrasse, & ainsi dans l'Hygromètre. J'expli-
 -quai en même temps ce qui avoit empêché M. de Saumarez de
 remarquer cet effet, savoir; que le cheveu faisoit de petits mouve-
 -ments opposés, des espèces d'oscillations, devant les dernières augmen-
 -tations de l'humidité qui faisoient parcourir à tous les bande-
lettes les 10 derniers degrés de leur expansion pour arriver
 au point de l'humidité extrême.

214. Telle est l'histoire du commencement d'une Hygrométrie
 réelle; car aucun des hygromètres qui avoient précédé, celui de
 M. de Saumarez fait d'un cheveu & le mien fait d'une bandelette de
baume, n'avoient les conditions d'un véritable Hygromètre, savoir
 des points de sécheresse extrême & d'humidité extrême, & une
Echelle déterminée entre ces deux points. Or quelle que soit la
 différence des marches comparatives de ces deux Hygromètres,
 comme ils avoient l'un & l'autre les caractères d'une mesure
régulière & comparable de l'humidité } ^{conditions} qui existoient déjà dans
 mon premier Hygromètre, ils ont également conduit à la même
 grande découverte en Météorologie; objet auquel je viens
 maintenant.

Article XIX. Erreur commune sur le degré

d'humidité des couches supérieures, de
l'Atmosphère.

215. J'ai expliqué ci-devant la circonstance qui m'avoit fait desirer d'obtenir quelque sorte d'Hygromètre dont le langage fut intelligible : ce sont les signes de très-grande sécheresse que j'avois éprouvés sur une haute montagne des Alpes; c'est-à-dire en général, dans la région même où, suivant l'opinion commune, devoit s'accumuler le vapeur aqueuse produite sans-cesse à la base de l'Atmosphère. Ainsi dès que j'eus construit le premier Hygromètre dont j'ai parlé, fait d'un tuyau d'ivoire, ce qui fut au mois de septembre de la même année, 1770, je retournai à la même partie des Alpes.

216. J'aurois pu arriver à ce lieu durant un jour auquel je n'aurois fait que mieux déterminer le phénomène inattendu de la grande sécheresse qui régnoit dans les couches de l'Atmosphère qu'on supposoit les plus humides; mais heureusement j'y arrivai un jour qui m'offrit les étonnans phénomènes de neige dans mon premier Mémoire remis à la Société royale de Londres, & publié dans les Transactions philosophiques, pour 1774. Je vais décrire ici plus particulièrement ces phénomènes, qui ont produit un grand changement dans les idées sur les phénomènes météorologiques.

217. Je fis ce voyage avec mon Frère d'un de nos amis; nous retournâmes sur la même montagne, qui porte le nom de Glacier de Buet, parce que son sommet est couvert tout l'année d'une immense épaisseur de glace & de neige descend. J'avois choisi cette montagne pour mes expériences sur la chaleur de l'eau bouillante, parce qu'elle est absolument isolée au sein des Alpes, & que c'étoit le plus haut point que je pusse aisément atteindre. Dans mon premier voyage, je vis le Baromètre à son sommet à

89
et par une observation correspondante à la plaine,
19 p. $6\frac{1}{2}$ l. de France; la hauteur de cette montagne fut déterminée
de 9360 pieds de France au-dessus du niveau de la mer.

218. Ce fut la première fois que j'allai pour cette observation au
Mont-Vau qui j'y remarquai le grand degré de sécheresse qui
me fit désirer un Hygromètre; et ayant porté dans ce second voyage
le premier ^{hygromètre} que je construisis, j'observai & déterminai cet étonnant
phénomène, & même avec une circonstance toute aussi inattendue,
que je vais rapporter.

219. M. de Sauture, qui souvent avoit apporté son hygromètre
sur les montagnes, a constamment observé l'air plus sec à mesure
qu'il s'élevait; & voici la circonstance remarquable que nous
avons observée l'un & l'autre. Dans la plaine, l'air est toujours
plus humide après le coucher du Soleil; or c'est le contraire sur
les ^{hautes} montagnes en temps serein; il devient alors terriblement plus sec.

220. Ce phénomène nous fait connaître que plus les couches
sont élevées en temps serein, plus l'air y est sec. La diminution
de la chaleur dans les colonnes d'air après le coucher du Soleil, faisant
condenser ^{l'humidité} les couches, elles s'abaissent le long des montagnes; par
conséquent l'air qui, dans le jour, étoit à leur sommet, descendant dans
les vallées, & il est suivi par l'air qui étoit plus haut & qui s'abaisse
sur leurs sommet. Or l'hygromètre nous apprend que
cet air supérieur est plus sec que celui qui est descendu le long
des montagnes.

221. Voilà donc un fait certain, contre l'opinion commune; &
l'on est obligé d'en conclure que la vapeur aqueuse, qui monte
sans cesse dans l'atmosphère durant le jour, se soustrait de
quelque manière à l'hygromètre durant son ascension; puis que
non-seulement elle est en moindre quantité au sommet des mon-
tagnes, & le long de

et que tout ensuite paroissoit plus obscur. Derrière la montagne mon Frère tomba de poirir en tombant sur ^{le} bord d'un précipice qu'il n'avoit point aperçu, et où il auroit pu tomber de plus de 100 pieds, si le vent lui eût glissé un peu plus loin.

224. Dans cet état de détresse, nous résolûmes de ne pas avancer d'un pas, et nous réunîmes nos voix pour nous faire entendre aux femmes de la cabane qui nous attendoient pour y passer la nuit. L'humanité de ces bonnes femmes nous sauva; entendant nos cris, elles jugèrent de notre situation; elles allumèrent d'abord un grand feu, pour nous éclairer sur la montagne; et quand elles eurent des branches de sapin avec allumées pour que la pluie ne les éteignît pas aisément, elles ^{nous} vinrent au devant, pour nous indiquer le sentier que nous devions suivre, et nous y éclairer. Ce fut ainsi que par la ^{bonne} ~~bonne~~ de ces femmes, qui avoit la bonté de la nature (disposition qu'on trouve toujours chez les gens simples) nous échappâmes au danger le plus imminent.

225. Voilà donc comme toutes les idées précédentes, et que j'avois eues moi-même auparavant, sur la cause de la pluie, furent renversées: on ne pouvoit plus penser qu'elle fût produite par une quantité de vapeur aqueuse existante auparavant dans l'atmosphère; puisqu'il ne s'étoit écoulé que peu de temps depuis celui où cette même couche d'air étoit très sèche. Ce ne pouvoit donc être que l'air lui-même qui, par les ingrédients dont il est composé, avoit produit ces grands phénomènes, qui eux-mêmes nous manifestent les principaux de ces ingrédients.

226. L'air atmosphérique d'abord, est composé d'eau, puisqu'il produisit cette abondante pluie; mais elle y étoit dans quelque combinaison qui l'empêchoit d'affecter l'hygrométrie. Or nous voyons aussi, que cet air contenoit le fluide électrique, puisqu'il produisoit les éclaircs. Mais les éclaircs ne sont

prélude des tonnerres ; il doit donc y avoir quelque opération simultannée qui produise les roulements ou détonnations successives qui caractérisent le tonnerre. Enfin, durant la décomposition de cet air, il doit se faire quelque nouvelle composition dans laquelle il se combina une certaine quantité de feu ; ce qui refroidit tellement la vapeur aqueuse dans quelque couche d'air, que la neige qui s'en forme d'abord, fit geler l'eau autour d'elle en traversant les nuaux inférieurs ; car tous les grains de grêle ont eu noyau neigeux.

227. Tous ces phénomènes ne pouvoient que conduire à fixer l'attention sur la nature de l'air atmosphérique, surtout d'après la considération suivante. L'eau qui se sépare de l'atmosphère, soit dans les pluies d'orage, comme celle que nous éprouvâmes sur la montagne, qui dura cependant 24 heures ; soit dans les longues pluies en quelques saisons, étant en diminution de la masse de l'air, l'Atmosphère entière auroit été détruite depuis longtemps, si quelque com ne produisoit de nouvel air. Or la vapeur aqueuse peut seule reparer cette perte ; car dans l'Atmosphère, outre l'air atmosphérique & quelques autres fluides aériiformes en petite quantité, ^(il n'y a que la vapeur aqueuse) qui est un poid, mesurable.

228. Mais la vapeur aqueuse monte constamment dans l'Atmosphère par l'évaporation des eaux & du sol, & l'on a vu qu'elle y disparois, étant extraite à l'hygromètre ; ce qui conduit à ces deux questions précises. — 1. Quand & ce qui conduit à ces deux questions précises. — 2. Pour-quoi cette transformation est-elle opérée ? — 3. Pour-quoi, dans les beaux jours, trouve-t-on moins de cette vapeur dans l'air, à mesure qu'on s'y élève en montant sur les montagnes. Ces questions sont très-importantes non seulement en Météorologie, mais dans la Physique générale.

Article XX. Examen de ce que la Vapeur aqueuse
qui s'élève constamment dans l'Atmosphère
est devenue, quand elle dépasseroit ce qu'elle affecte
l'Hygrométrie.

229. J'ai considéré fort attentivement cet objet dans tome II de mes Idees sur la Meteorologie, au Chap. III intitulé : de l'intervalle entre l'évaporation & la pluie ; dans lequel, en analysant tous les phénomènes rapportés ci-devant, ainsi que nombre d'autres, qui leur sont associés dans la Physique ~~générale~~ expérimentale ; j'en ai tiré à la p. 202, la conclusion générale suivante, comme devant diriger dans les recherches ultérieures : "Une double metamorphose soustrait d'abord la vapeur aqueuse, dans les beaux jours, aux loix de l'Hygrométrie, pour l'y soumettre de nouveau quand il doit pleuvoir. L'eau évaporée se cache dans l'Atmosphère sous la caractéristique d'un fluide aëriiforme ; car c'est par là seulement qu'elle peut être soustraite à l'effet de la pression qui augmente sur elle à mesure qu'elle s'y accumule, ainsi qu'à une variation de la chaleur qu'elle s'y accumule, ainsi qu'à une variation de la chaleur qu'elle y éprouve. Mais cette eau ainsi combinée, reprend de temps en temps la première forme dans quelque couche de l'Atmosphère ; & alors, l'abondance de la vapeur produite, fait qu'elle dépasse rapidement son maximum, d'où résultent les nuages & la pluie."

230. Au temps où j'écrivois cet Ouvrage, je n'étois pas allé au-delà de ces conclusions immédiates ; ce que j'avois dans les termes suivans en finissant le Chapitre à la p. 203. "Mais si les recherches que j'ai faites sur les phénomènes météorologiques m'ont persuadé de ce genre de cause, dans l'Atmosphère, c'est-à-dire, que l'air atmosphérique se forme & se détruit alternativement ; je n'ai rien trouvé de satisfaisant ;

94 4 Sur les diverses espèces de changemens qui doivent avoir lieu
4 en différens phénomènes, ni sur la manière dont ils sont opérés.

231. Ce fut en 1787 que je publiai à Londres ce second Volume
de mes Idées sur la Météorologie; mais continuant mes observations, j'ai été parvenu à résoudre le problème que
j'avois laissé en suspens. J'ai expliqué ces progrès dans mes
écrits postérieurs, & en particulier dans un Ouvrage publié
à Paris en 1803, intitulé, Introduction à la Physique terrestre
par les fluides expansibles; Ouvrage auquel j'aurai occasion
de renvoyer quelque fois.

232. Le caractère général des fluides aériiformes, qui le distin-
guent des vapeurs, c'est de ne pouvoir être décomposés, par la plus
grande compression, ils ne peuvent l'être que par l'affinité chymique
de quel qu'un de leurs ingrédients avec quelque autre
substance. Cependant les phénomènes météorologiques détaillés
ci-devant, prouvent que l'air atmosphérique se forme de la
vapeur aqueuse; il faut donc que quelques fluides que nous
n'apercevons pas à cause de leur ténuité, se lèvent dans
l'Atmosphère durant les beaux jours; fluides qui, l'unissant
à la vapeur aqueuse, y produisent une telle union des parties
scules de l'eau avec celles du feu, qu'elles ne puissent être
séparées par compression; & que quelques autres fluides
se lèvent en d'autres temps, détruisant cette combinaison
dans quelque couche de l'Atmosphère.

233. Telle est la cause des effets dont nous fîmes le récit
sur les Alpes; puisque dans l'air sec & très-sec, il s'y
forme tout-à-coup des nuages & la pluie. Les mêmes phé-
nomènes nous manifestent la grande composition de l'air atmosphérique.

et la variété de fluides tenus qui produisent la décomposition.
 Suivant la nature de ces derniers, ils décomposent l'air atmosphérique plus ou moins profondément : Souvent ils ne produisent que son retour à l'état de vapeur aqueuse, sans que les ingrédients qui l'avoient transformé se manifestent par des phénomènes particuliers; mais d'autre fois, de nouveaux ingrédients entrant en combinaison avec ceux qui avoient transformés la vapeur aqueuse en fluides atmosphériques airs, se manifestent par les autres phénomènes météorologiques que j'ai décrits sur les Alpes; les éclaircs, le tonnerre, la grêle, phénomènes qu'on n'observe pas moins de la plaine, quand on s'y rend attentif, comme je l'ai toujours été depuis que je me vouai aux études qui concernent la Météorologie.

234. En suivant les mêmes études, et les progrès de la Chimie pneumatique, j'établis dans le même ouvrage ce grand point de Physique; que tous les fluides aériiformes, ou le qu'on nomme les gases, sans exception, ont l'éau pour partie pondérable, une chimiquement au feu par l'entremise d'autres ingrédients subtils; que ce sont ces derniers seuls qui caractérisent les différents gases, quand ils sont chimiquement décomposés par d'autres substances; enfin que ce sont les changements qu'ils produisent dans ces substances qui manifestent la nature des différents gases.

235. les fluides subtils qui produisent de si grands changements dans l'atmosphère sont tous invisibles pareux-mêmes; mais il y en a quelques uns qui, d'après le caractère général que j'ai assigné aux vapeurs, celui d'être décomposés par pression, se manifestent alors par quelque-
 de leurs ingrédients, et principalement par la lumière qui s'en

dégage alors. C'est à des fluides que je viens maintenant.

Article XXI. Des fluides subtils composés, qui ont
le caractère de Vapeur, c'est-à-dire d'être décomposés
par pression, & qui tous doivent leur expansi-
bilité à la Lumière.

236. C'est ici l'objet du Chap. VI de la III^e Partie de mon Oe-
 -vrage Idées sur la Météorologie, & en particulier de la Sect. I
 (p 301), qui a pour titre, liaison de la marche de la lumière avec
celle de la Vapeur aqueuse dans l'Atmosphère; le résultat de
 toutes les expériences & observations contenues dans ce Chapitre
 est un grand fait, non seulement en météorologie mais dans la
 Physique générale, savoir que les rayons du Soleil ne produisent
 pas immédiatement la chaleur; qu'il faut, ou qu'en traversant
 l'atmosphère, ou en tombant sur le corps, ils s'unissent à quel-
 -qu'autre substance pour former le Fluide igné, communément nommé
Feu, qui devient cause immédiate de la chaleur; phénomène qui, dans
 les corps inanimés, consiste dans la dilatation de ceux qu'il pénètre,
 C'est pourquoi le feu lui-même n'exerce point de pression sur
 les corps; il faut au moins qu'il s'unisse à l'eau pour produire
 la vapeur aqueuse; ou que par l'union de celle-ci avec quelque autre
 ingrédient elle soit changée dans les différents fluides aériens,
 ou gases. Puis donc que la lumière produit l'expansibilité du
feu, & que celui-ci la produit dans tous les fluides pondérables,
 il en résulte en dernière analyse que l'expansibilité de tous
 les fluides atmosphériques est produite par la lumière,
 c'est-à-dire, par les rayons du Soleil.

237. La preuve que le feu est un composé, qu'il
 est décomposé par pression, & laisse alors échapper la

240. Maintenant, nous savons certainement que les rayons du soleil, en entrant dans notre atmosphère y rencontrent une substance avec laquelle s'unissant, ils produisent le feu. Cette substance, que j'ai nommée matière du feu, nous est inconnue comme existant séparément; mais ce n'est pas une raison qui s'oppose à son admission comme réelle; car l'existence de la lumière elle-même nous seroit inconnue sans l'organe de la vue, auquel elle se fait appercevoir par un effet mécanique, en le frappant. Ainsi nos sens peuvent nous faire connoître l'existence de certaines substances qui, sans eux, nous seroient inconnues à cause de leur ténuité; mais il faut que par certaines modification des corps dont elle se dégagent, elles viennent affecter quelqu'un de nos organes.

241. La lumière est certainement entrée dans quelque combinaison quand elle produit la chaleur; car j'ai montré ci-devant, que les rayons du soleil ne produisent point de chaleur en tombant sur la boule bien nette d'un thermomètre de mercure, parce qu'elle les réfléchit comme un miroir; au lieu que lorsqu'elle a produit le feu, les quantités de celui-ci sont mesurées par le même thermomètre, dans l'obscurité comme au jour.

242. La météorologie nous apprend une circonstance très-remarquable à cet égard; c'est que les couches supérieures de l'atmosphère, celles où la vapeur aqueuse disparoit de plus en plus à l'hygromètre comme étant changée en air atmosphérique, sont celles qui contiennent le moins de matière de feu; car en s'élevant sur les montagnes, on y trouve l'air toujours moins chaud; tellement que le haut des Alpes, par toujours, est couvert de neige & de glace en toute saison; exemple, est couvert de neige & de glace en toute saison;

il en fond une partie en Été, mais pour autant qu'il l'en⁹⁹
accumule en hiver; de sorte qu'elle a un accroissement sensible
d'année en année; ce qui forme un lien des phénomènes météo-
rologiques avec la Géologie. Car en donnant les détails de
l'accroissement de la glace sur les Alpes, accompagnés de dates,
je l'ai rangé dans mes Ouvrages au nombre de ce que j'ai
nommé Chronomètres, qui démontrent le peu d'ancienneté
de nos Continents.

243. M. de Saussure, à qui la Physique expérimentale
doit de grands progrès, a fait une des expériences les plus
ingénieuses, comme les plus importantes, pour montrer la diffé-
rence, quant à la production de la chaleur, & entre le fluide
qui la produit & les rayons du soleil; expériences que j'ai décrites
à la p. 337 du 11^e Vol. de mes Través sur la Météorologie, &
dont je vais rapporter les détails les plus essentiels.

244. Pour cette expérience, M. de Saussure employa une
boîte de sapin, d'un pied de long & de neuf pouces de largeur
comme de hauteur; il fit garnir une grande partie de l'intérieur
de cette boîte de plaque de liège noirci, & il fit fermer son entrée
par trois lames de verre bien net, laissant entrées, un pouce
& demi d'intervalle; il employa divers thermomètres, dont
il plaça un dans le fond de la boîte, au milieu du liège noirci,
d'autres entre les châssons de verre, & un exposé à l'air libre,
au-devant, & à peu de distance de l'entrée de la boîte.

245. Dans l'intention de faire des expériences avec cet appa-
reil à diverses hauteurs dans l'atmosphère, M. de Saussure
le fit d'abord porter au haut de Cramont, montagne au
sein des Alpes, dont le sommet, par la mesure barométrique,
est élevé de 8800 pieds de France au-dessus du niveau.

de la mer. Ce fut au mois de Juillet 1774, qu'il fit les expériences suivantes.

246. Etant arrivé au sommet de la montagne, il exposa d'abord la boîte au Soleil, successivement partant des côtés, pour échauffer également toutes les parties; puis il tourna son entrée vers le Soleil de manière que les rayons y entrassent directement. Il commença ^{son observation} ~~ses expériences~~ à 2h. après-midi, & elle dura une heure. Le thermomètre auprès du liège noirci monta à 70 degrés de mon échelle; tandis qu'un thermomètre à boule ~~bleue~~ suspendu hors de la boîte à 4 pieds au-dessus du garçon, exposé de même aux rayons du Soleil, ne se tint qu'à 5 degrés.

247. De retour au pied de la montagne à environ 4660 pieds plus bas que le sommet, M. de Saussure établit aussi, le lendemain, son appareil sur une prairie, en commençant par échauffer également toutes les parties, qu'il tourna successivement vers le Soleil. Quand cette opération préliminaire fut finie, à la même heure que sur la montagne & par un aussi beau-temps, il tourna l'ouverture de la boîte du côté du Soleil: le thermomètre près du liège noirci n'y monta qu'à 69 degrés, & ainsi 1 degré de moins que sur la montagne; tandis que le thermomètre exposé en plein air devant la boîte, monta ^à 19 degrés, soit 14 degrés ^{de} plus que sur la montagne.

248. Je ne connais point de plus belle expérience en aucun genre, ni dont les résultats soient plus importants pour la Physique. Cette expérience fournit une preuve directe, que lorsque les rayons du Soleil produisent la chaleur, il s'en suit

à quelque autre Substance : On voit que les rayons passent sans obstacle au-travers des trois cloisons de verre pour atteindre le fond de la boîte : Or s'ils n'éprouvoient aucun ^{changement sur} ~~changement de~~ ce fond, comme, par exemple, s'ils étoient reçus sur une glace de miroir, ils retourneroient de même au-travers des cloisons de verre. Mais quand la lumière, en tombant sur le liège noirci, s'est unie à la Substance qui la transforme en fluide calorifique ; fluide qui de tout temps a été nommé feu, ne pouvant traverser le verre qu'avec lenteur, il s'accumule dans le fond de la boîte, & y fait monter le thermomètre.

249. Cette belle expérience de M. de Saussure nous manifeste donc, non seulement l'existence, mais la nature d'un fluide qui lui-même ne peut être aperçu, & dont un des composants est la lumière. Car par les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, nous savons que la compression du feu, en fait échapper la lumière : phénomène analogue à ce qui arrive à la Vapeur aqueuse quand on la comprime, mais où l'on observe directement les effets : elle laisse échapper du feu, & perd son expansibilité, comme le feu la perd en laissant échapper la lumière qui entroit dans sa composition ; ce que montre l'expérience de M. de Saussure : & c'est ainsi qu'est démontrée la proposition du titre de cet Article ; que les fluides que la pression décompose, ont la lumière pour cause immédiate de leur expansibilité : car la lumière produit l'expansibilité du feu, & celui-ci la donne à la vapeur aqueuse. Ce qui nous conduit par analogie à d'autres fluides de la même classe, dont ainsi les phénomènes deviennent plus intelligibles.

Article XXII. Du Fluide électrique, comme fluide
décomposé par pression.

250. Un des fluides, qui par lui-même est impalpable, dont la compression produit aussi la décomposition, & qui donne éclat par la lumière comme un de ses ingrédients, mais qui a lors en main forte plusieurs autres; fluide que les observations mikrologiques nous conduisent à reconnoître comme un des plus grands-agens dans les phénomènes de notre globe, après le feu, c'est le Fluide électrique.

251. J'ai traité fort en détail de ce Fluide dans un Ouvrage écrit à Berlin, & publié à Paris en 1800, sous le titre de Traité élémentaire sur le Fluide électro-galvanique; parce que dans cet Ouvrage j'analyse les étonnans phénomènes de l'appareil galvanique nommé Pile de Volta.

252. Comme introduction à ce Sujet, j'explique ce qui constitue la vraie différence des corps qu'on avoit distingués en corps électriques par eux-mêmes, & corps électriques par communication; distinction qui répondra la plus grande obscurité sur tous les phénomènes électriques. Aucun corps qui n'est pas associé avec d'autres corps différens de lui-même, ne donne des signes électriques que par le frottement; mais ces signes sont différens suivant les corps: les uns entretiennent du fluide électrique aux corps qu'ils frottent ou qui les frottent, & deviennent ainsi positifs; les autres en cèdent à ces corps, & deviennent ainsi negatifs; mais tous en reçoivent par communication.

253. Ce point étant nécessaire à établir, j'ai fait depuis lors un grand nombre d'expériences, avec une très-petite

machine électrique, dont tout l'appareil, avec deux électroscopes, à feuille d'or, n'a à sa base qu'11 pouces de longueur & 3 de largeur. Les corps frottés sont cylindriques & tournent par une manivelle. Les frottoirs de différentes espèces qui leur sont appliqués, sont aussi isolés, & l'effet électrique produit sur eux est montré ^{de même} par un électroscope à feuille d'or. Cet appareil est décrit, avec figure, dans le Journal de physique de Nicholson pour Janvier 1811. Or le résultat de ces expériences fut d'abord, qu'un ^{même} corps, qui devient positif par le frottement de certain corps, devient négatif par celui de quelque autre corps; & ^{en général, que} ~~que~~ quand un corps qui frotte, rend positif un autre corps, il devient négatif au même degré, sans augmentation ni diminution de la quantité totale de fluide électrique entre les deux corps.

25th. Ainsi la seule différence réelle entre les corps à l'égard de l'Électricité, est celle des corps nommés conducteurs & non-conducteurs, dont j'ai défini les caractères distinctifs. Les non-conducteurs ne peuvent recevoir du fluide électrique qu'au contact, & il se fixe aux points qui le reçoivent, sans se propager à leur surface; c'est ainsi qu'ils servent à ce qu'on nomme isolement. Les corps conducteurs ont au contraire la propriété de recevoir du fluide électrique à quelque distance, & loin d'y adhérer, il se met instantanément dans toute leur étendue, & il circule sans cesse autour d'eux. C'est par-là que, quand un corps conducteur isolé a reçu beaucoup de fluide électrique, si, à quelque point que ce soit, on lui présente un corps conducteur comme s'enquérant avec le sol, le fluide électrique se porte vers ce point de toutes les parties ^{de ce} ~~du~~ ^{d'où il} ~~se~~ part dans le corps —

qui communique avec le sol, & le conducteur isolé a perdu tout son excédent de fluide électrique comparativement au sol.

255. La nature du fluide électrique se manifeste par les phénomènes qui accompagnent cette décharge: le courant alors de toutes les parties du conducteur ~~vers~~^{au} point dont il s'élance vers le corps qui communique avec le sol, il s'y trouve trop condensé, & il se rend visible, dans le courant distingué par le nom d'étincelle, or j'ai prouvé par une expérience directe, rapportée aux pp. 484 & s. du 1^{er} Vol. de mes Trés sur la Météorologie, ~~une expérience qui prouve~~, que lorsqu'une certaine quantité de fluide électrique se trouve accumulée sur un conducteur isolé, & qu'elle se divise par une étincelle avec un autre conducteur isolé, cette quantité éprouve une diminution; ce qui fait voir qu'il s'en est décomposé une partie par cette étincelle.

256. Considérons maintenant le fluide électrique sous un autre point de vue: quelle que soit la quantité accumulée sur un conducteur isolé, de quelque forme qu'il soit, en le mettant en communication avec une machine électrique, si nous n'avons pas l'électromètre pour l'appliquer à ce conducteur, nous ne connaissons par aucun signe qu'il a reçu cette quantité de fluide électrique. Mais lorsqu'on en approche un autre conducteur communiquant avec le sol & qu'il en sort une étincelle, trois phénomènes se manifestent qui n'existent pas auparavant: c'est d'abord la lumière, qui frappe l'organe de la vue; secondement des particules ayant une odeur phosphorique, qui frappent l'organe de l'odorat; troisième même du feu, puisqu'une forte étincelle électrique enflamme l'esprit de vin.

Or j'ai montré dans le même Ouvrage, que les trois phénomènes manifestent cinq ingrédients distincts dans le fluide électrique — qui ne se font appercevoir que lorsqu'il se décompose par trop de compression ; mais je ne puis le démontrer ^{que lorsque je le raj} ~~avant qu'il se décompose~~ plus avancé dans la description des phénomènes.

257. Toutes nos expériences & observations prouvent que le fluide électrique réside, non seulement sur tous les corps terrestres, mais même dans l'air qui les environne ; car on a vu ci-devant qu'il entre de plus dans la composition de l'air atmosphérique : il étoit donc essentiel de découvrir son origine. Or M. de Saussure a fait encore à cet égard ~~quelques~~ des observations très-importantes, que j'ai rapportés à la p. 461 du 11^e Vol. de mes Vues sur la Météorologie, dans la Section intitulée : de l'Electricité aérienne dans les temps ordinaires, suivant les observations de M. de Saussure. C'est, dis-je, encore un pas très-important que cet illustre physicien a fait dans la découverte des causes qui agissent dans l'Atmosphère ; car les observations jointes aux miennes, prouvent que les rayons du Soleil y produisent trois effets simultanés — 1. L'augmentation de la chaleur, par la formation d'une nouvelle quantité de feu. — 2. la transformation de la vapeur aqueuse en air atmosphérique. — 3. la formation d'une nouvelle quantité de fluide électrique. Or ces trois effets ~~se produisent ensemble~~ ^{se produisent ensemble} vont ensemble en augmentant, depuis le lever du Soleil jusqu'à quelques heures après-midi, puis ils vont en diminuant : ce qui prouve que les rayons du Soleil interviennent dans tous, & qu'ainsi ils ont des liaisons étroites par des causes communes.

258. J'ai vu à Genève chez M. de Saussure l'appareil avec lequel il ~~se~~ avoir fait les expériences dont je parle,

& je vais d'abord le décrire, pour montrer la soin qu'il avoit mis
 d'en écarter toute cause d'erreur. Sur une terrasse au-devant
 de la maison, élevée au-dessus d'une plaine qui s'étend fort loin,
 il avoit fait établir un mât d'environ 80 pieds, au haut ^{duquel} étoit ajoutée
 d'abord un cane de verre de 4 à 5 pieds; & pour la garantir de la
 pluie, il avoit fait placer au-dessus d'elle une grande pièce de
 fer-blanc en forme d'entonnoir renversé, qui lui servoit comme
 de toit. Au-dessus de cet entonnoir, s'élevait un conducteur
métallique de plusieurs pieds, d'où partoit un fil métallique
 qui, à quelques pieds au-dessus de la terrasse, entroit dans un cabi-
 net voisin, étant isolé à son passage au-travers du mur.
 À l'extrémité de ce fil métallique dans la chambre, pendoit une poignée
 de balles de moelle de sureau, suspendues par des fils d'argent très-fins,
 dont la divergence étoit mesurée par une échelle placée à quelque
 distance au-devant d'elles: enfin, au moyen d'un bâton de cire à ca-
 cher qui frottoit & approchoit des balles, il jugeoit si leur di-
 vergence étoit positive ou négative.

259. J'ai dit ci-dessus que cette belle expérience de M. de
 Saumure étoit entre eux trois phénomènes atmosphériques simulta-
 nés; ainsi je vais d'abord rappeler ce que j'avois observé sur les
 Montagnes, décrit dans mon Ouvrage Recherches sur les modifi-
 cations de l'Atmosphère. J'ai observé, dis-je, constamment dans
 les beaux jours, que la chaleur y augmentoit, & que l'humidité
 y diminuoit simultanément, depuis le lever du Soleil, jusqu'à l'un
 2 heures après-midi, & que les changements contraires arrivoient
 dans le reste du jour jusqu'à la formation de la rosée.

260. Voici maintenant ce que dit M. de Saumure des résultats
 de ses observations sur les changements de la quantité de
fluide électrique dans l'Atmosphère durant ces mêmes parties

107

du jour. " En Été, lorsque la terre est sèche en raison de la
sécheresse des jours précédents, l'Électricité de l'air va en croissant
depuis le lever du Soleil, où elle est presque imperceptible, jusqu'à
3 ou 4 heures après-midi, où elle acquiert la plus grande force;
elle diminue ensuite graduellement jusqu'au moment de la chute de
la roée où elle se ranime, & s'éteint enfin presque entièrement
dans la nuit. En hiver, temps où j'ai le mieux observé -
cette électricité de l'air serein, il m'a paru que les heures où elle
est la plus faible sont celles qui sont comprises entre le temps
où la roée du soir a complètement terminé la chûte, & le
moment où le Soleil se lève; ensuite son intensité augmente
par gradation & arrive, plus tôt ou plus tard, mais toujours
toujours avant midi, à un certain maximum, après lequel
elle semble décliner, jusqu'à ce qu'elle se relève à la chûte
de la roée; moment où elle est quelquefois plus forte qu'elle
n'eût été pendant le jour; après quoi elle diminue par gradat-
ions, qui se prolongent bien avant dans la nuit, & ne
deviennent cependant jamais nulles, lorsque le temps est
tout-à-fait serein. "

261. Ces observations de M. de Saussure, qui certaine-
ment sont une circonstance très-importante des phéno-
mènes atmosphériques, ne manifestent pas cependant
toute la quantité de fluide électrique formé dans l'atmos-
phère durant les beaux jours; elles indiquent seulement
la quantité de celui qui ne s'est pas employé à la trans-
formation de la vapeur aqueuse en air atmosphérique,
ce qui paroit être la fonction la plus importante sur notre
Globe, par tous les effets qui en résultent dans des

compositions & recompositions d'autres fluides.

262. On a vu par les phénomènes atmosphériques ^{que} je j'ai décrits sur les montagnes, & qu'on observe aussi ^{dans les} des plaines, ~~quelques autres phénomènes~~ que l'air atmosphérique décharge quelquefois tout-à-coup une prodigieuse quantité de fluide électrique, après qu'il s'y est formé certaines nues : les éclairs qui en partent sont des étincelles électriques spontanées, où le fluide électrique se décompose par trop de densité, & laisse échapper la lumière. Mais divers autres phénomènes sont produits en même temps, qui manifestent plusieurs autres ingrédients dans l'air atmosphérique ; & d'abord le tonnerre, dont le roulement ne peut être qu'une suite de détonations produites par des décompositions de fluides, comme il arrive dans la décomposition soudaine de la poudre à-canon.

263. Dans ces opérations atmosphériques, une quantité de fluide électrique qui n'existoit point encore communi, se compose à l'instant par la réunion de ses ingrédients développés, quand l'air atmosphérique est sur le point de se décomposer, forme des nues d'une certaine espèce. C'est une erreur que de considérer le fluide électrique comme tout formé dans ces nues, ce qui a fait imaginer d'élever des conducteurs au-dessus des maisons, pensant qu'on décharge ces nues de loin, comme on décharge un conducteur chargé, en approchant de lui une pointe,

264. Ceux qui ont fréquenté les hautes montagnes, & qui ont été attentifs aux phénomènes atmosphériques qu'on y

Observe quelquefois, on dû revenir de cette opinion. J'ai été souvent dans les vallées des montagnes occupées, en entier par des nues: tout y étoit mouillé, les côtés de la vallée & le sol; de sorte qu'aucune quantité de fluide électrique n'auroit pu rester accumulée un instant dans quelque partie que ce fût de ces nues; car elles sont conductrices de même que les sols mouillés contre lesquels elles s'appuyent; la plus forte machine électrique travaillée dans ces nues n'y produiroit aucun effet; car elles ne sont qu'un brouillard très-épais. Cependant j'ai souvent vu des éclairs ~~donner lieu à des~~ & entendu gronder le tonnerre dans ces vallées, où des nues si denses m'enveloppoient que je ne distinguois pas les objets à deux ou trois pas devant moi. J'ai même vu quelquefois les éclairs & entendu gronder le tonnerre plus bas que le lieu où je me trouvois, s'étant arrêté sur quelque éminence des côtés au-dessus de la couche des nues.

265. Tous ces phénomènes prouvent donc ce que j'ai déjà énoncé ci-dessus, que la quantité de fluide électrique dont l'appareil de chl. de Saussure manifestoit les changements dans le cours des jours serein, n'étoit que la plus petite partie de celui que les rayons du soleil forment dans l'atmosphère; que la plus grande partie, & de beaucoup, s'emploie à transformer la vapeur aqueuse en air atmosphérique. Et puisque la chaleur augmente aussi dans l'atmosphère depuis le lever du soleil jusqu'à 1 ou 2 heures après-midi, ils doivent y trouver en même temps & la substance avec laquelle ils composent le feu,

(fluide qui est cause immédiate de la chaleur) & les Substances, dont ils composent le fluide électrique.

266. Après avoir détaillé jusqu'ici les faits, qui conduisent à cette première conclusion, j'en vais copier un autre d'un genre plus important (placée à la p. 422 du II Volume de mes Idées sur la Météorologie) car elle manifeste les vues de la Providence dans l'arrangement des causes physiques sur notre Globe. Les nouvelles découvertes sur l'Air nous montrent maintenant ce à quoi l'on ne pensoit pas avant notre Génération; que les usages de ce fluide, distincts de la pression mécanique qu'il exerce sur les corps, dépendent bien plutôt de ses ingrédients quand il se décompose, que de lui-même en sa totalité; & qu'il produit sans-cette ces effets, soit dans son propre sein, soit sur la multitude des états qu'il embrasse. Nous voyons un effet semblable dans la vapeur aqueuse qui, lorsqu'elle est formée, ne manifeste qu'une petite addition à la pression des colonnes atmosphériques; mais lorsqu'on étudie cette vapeur dans tous les phénomènes, on découvre qu'elle a de très-grands usages sur notre globe. Cette vapeur, en se formant ailleurs que sur la mer, les lacs & les autres grandes masses d'eau, c'est-à-dire, en s'élevant de dessus les terres, enlève l'eau superflue là où elle deviendroit nuisible, & la transporte là où il ^{en} est besoin, & en se décomposant ou en subissant d'autres modifications, elle fournit de l'eau dans mille opérations qui s'exécutent à la surface de notre Globe & dans son Atmosphère. — Nous entrevoyons la même marche à l'égard du feu: car quoique ce fluide ait été considéré

111

4 de tout temps comme un grand agent dans la Nature, c'est-à-dire
4 d'une manière si vague, que l'Imagination y voyait bien plus
4 que l'Entendement: au lieu qu'en le considérant comme susceptible
4 de se composer, de se décomposer, de se combinaer avec d'autres
4 Substances puis de redevenir libre, on commence d'entrevoir les
4 fonctions qu'il exerce sur les différentes Planètes de notre Système
4 Solaire, & comment il peut dans toutes, malgré la diffé-
4 rence de leur distance du Soleil, l'y trouver au degré dont
4 il en a besoin. Quant aux buts particuliers pour les-
4 quels ces fluides existent, il paraît qu'ils les exécutent par
4 décompositions & recompositions. Quand un fluide expansible
4 se décompose il fournit, ou à des Substances concrètes, ou à
4 d'autres fluides semblables, des ingrédients par lesquels ~~il~~ s'opèrent
4 de nouveaux phénomènes; & quand ils se recomposent, certains
4 Substances se trouvent privées de quelqu'un de leurs ingrédients,
4 d'où résultent d'autres phénomènes. — C'est donc là en particu-
4 culier ce que je conçois à l'égard du fluide électrique. Or en
4 considérant l'ensemble de l'observation sur les objets que je
4 viens de rappeler, je suis porté à croire que les modifica-
4 tions des fluides atmosphériques forment la caractéristique domi-
4 nante des opérations physiques sur notre Globe."

267. J'ai beaucoup étendu le développement de ces idées dans des Ecrits postérieurs; & à l'égard du fluide électrique (auquel je reviendrai après avoir rapporté de nouvelles expériences) j'ai rendu probable que celui qui passe constamment dans le ~~Soleil~~ de l'air dans le sol, survenant après le coucher du Soleil, est un des agents de la végétation;

opération très-mystérieuse; mais on peut comprendre au moins que le fluide électrique en se décomposant, doit fournir des ingrédients nécessaires à la constitution des végétaux.

268. Je vais maintenant beaucoup retrograder dans cette Histoire des progrès de la Physique: j'ai annoncé en la commençant qu'à quelque branche de phénomène qu'on s'occupât d'abord, si l'on voudrait suivre après même toutes les branches qu'y s'y manifestent, on ne pourroit en approfondir aucune sans les embrasser toutes. C'est ce que je vais maintenant prouver, en remontant au phénomène même par lequel j'ai commencé cette histoire.

269. J'ai dit qu'une circonstance particulière m'engagea, en 1747, à commencer mes ~~expériences~~ observations particulières par l'étude du phénomène si commun de la Roce, pour tâcher de décider une question agitée alors ^{entre} les Physiciens, dont les uns prétendoient qu'elle descendait de l'air, & les autres qu'elle y montrait; ^{mais} que malgré mes longues observations d'alors sur ce phénomène, je ne trouvai aucune circonstance qui pût décider cette question. On a vu ensuite que les phénomènes que j'observai en même temps me conduisirent successivement à entreprendre toutes les ^(en particulier) expériences de divers genres que j'ai détaillées ensuite; sur le Thermomètre, le Baromètre, le Fluide électrique, les causes de la formation des nues & de leur dissolution en pluie;

il m'avoit précédé, & nous n'avons connu les expériences l'un de l'autre qu'après leur publication.

273. Connoissant ainsi l'effet des changemens de la chaleur dans un air où la quantité d'eau évaporée ne change pas, M. de Saussure pensa à faire les mêmes expériences en plein air; ce qui lui fit découvrir le phénomène suivant, d'une grande importance en Météorologie, quoi qu'il n'en tirât pas la conséquence que j'en tirai après m'être assuré qu'il étoit certain: il observa, dis-je, en plein air, que depuis le lever du Soleil jusqu'à une certaine partie de l'après-midi, l'humidité alloit en diminuant beaucoup plus rapidement, que ne l'auroit indiqué la même augmentation de la chaleur dans un air où la quantité de vapeur aqueuse ~~(ou d'humidité)~~ seroit demeurée la même; & qu'au contraire, dès que la chaleur avoit diminué dans l'air à un certain degré, l'humidité alloit en augmentant beaucoup plus rapidement que n'auroit indiqué la même diminution de la chaleur dans un air où la quantité de vapeur aqueuse seroit aussi demeurée la même.

274. Dès que j'eus connoissance de cette expérience de M. de Saussure, elle me frappa comme un grand phénomène atmosphérique, & qui même pourroit conduire à la cause de la Rosée, je répétai donc plusieurs fois cette expérience en plein air, dans les changemens de la Saison suivante; & connoissant aussi, d'après mes expériences, les changemens que produit la chaleur sur mon Hygromètre dans un espace où la quantité d'eau évaporée demeureroit la même, j'observai les mêmes phénomènes décrits par M. de Saussure.

275. Voici maintenant comment se fait le joir à mes observa-
tions atmosphériques pour expliquer la rosée. D'après tout ce que
j'ai exposé ci-dessus, il est certain que la vapeur aqueuse dis-
-paroit de plus en plus dans l'Atmosphère après le lever du
Soleil; & c'est certainement parce que les rayons, y produisant
le fluide électrique, change cette vapeur en air atmosphérique
à mesure qu'elle s'élève: c'est pourquoi on en trouve toujours
moins à mesure qu'on monte sur les montagnes. Cependant
le produit de l'évaporation des sols & des eaux ne cesse pas de
s'élever dans l'atmosphère après le coucher du Soleil; car il
reste toujours avec de chaleur, même en hiver, ^{dans le sol & les eaux.} pour y faire
évaporer l'eau. C'est ce que nous voyons par les brumes qui,
lorsque l'air est calme & serain après le coucher du Soleil, se
forment sur les prairies humides.

276. Mais dès que le Soleil s'est beaucoup abaissé vers l'horizon,
la production du fluide électrique diminue beaucoup, comme le
prouvent les observations de M. de Saussure; par conséquent
la transformation de la vapeur aqueuse en air atmosphérique
commence à cesser; & cette vapeur s'accumule dans le bas
de l'atmosphère, y produit le phénomène de la rosée, c'est-
à-dire, l'humidité extrême, sans ^{cependant} troubler la transparence de l'air.
C'est ainsi qu'est ^{entier} résolue la question agitée depuis 1747, savoir, si
la rosée monteroit ou descenderoit; elle ne monte ni ne descend;
elle se forme dans l'air même ~~au-dessus de la surface~~ sans troubler
sa transparence; car la vapeur aqueuse est invisible jusqu'à
ce qu'ayant dépassé beaucoup son maximum correspon-
-dant à la température, les particules se rassemblent sous la
forme que M. de Saussure a très-bien nommée vapeur vesicu-
-culaire, celle qui constitue les brouillards.

277. C'est encore cet excellent Observateur qui a fait cette

Dehuc
ignoroit les
vécomentes
du Dr Willis
sur le calorique
rayonnant

dévoile, par une expérience que j'ai répétée. Lorsqu'on se trouve sur un lieu élevé en temps de brouillard en plein jour, - ayant, à quelque distance, un fond brun, tel qu'un bois de sapin, & qu'on tiennne près de l'œil un loupe de 2 à 3 pouces de foyer, on y voit de temps en temps, très distinctement, passer des globules transparents, qui ne sont pas des globules d'eau, puis qu'ils sont plus légers que l'air.

278. Dans mes expériences pour la mesure des hauteurs par le Baromètre, j'ai eu lieu aussi de me convaincre que le manque ^{de} transparence de l'air dans les brouillards provient de corps qui y flottent comme le feroit une poussière légère, sans affecter la densité; car la loi des condensations de l'air correspondante à la pression supérieure, n'y change point. Dans le cours de ces expériences, en automne, j'ai quelque fois traversé des couches de brouillard de 6 à 700 pieds d'épaisseur, dans des parties de la pente du Mont-Salève ^{où} j'avois mesuré la hauteur de plusieurs Stations; or la même formule me donnoit ces hauteurs, au dessous, dans l'intérieur, & au-dessus de la couche de brouillard.

279. Ce sont-là des voyages aussi intéressans qu'instructifs, quand on est accoutumé à gravir les montagnes; car on y voit distinctement les bornes de la couche où la disposition des caves transforme la vapeur aqueuse dans cette saison, d'abord en brouillard, puis en air atmosphérique. Dans une hauteur de 2 à 300 pieds à partir de la plaine, l'air demeure transparent; mais il en devient obscur, parce que le brouillard au-dessus intercepte les rayons du soleil. Mais quand on est parvenu à une certaine hauteur au-dessus de la couche de brouillard & qu'on la domine,

nonseulement on jouit du plus beau temps & d'un Soleil sans nuage, mais l'Hygromètre y indique la sécheresse de l'air, ordinaire à cette hauteur, & l'on jouit d'un singulier spectacle, qui en même temps, manifeste clairement la ^{trans-}formation de la vapeur aqueuse en air atmosphérique par les rayons du Soleil, produisant d'abord le fluide électrique.

280. Quand, dis-je, on domine beaucoup la couche de brouillard, les rayons du Soleil qu'elle réfléchit, la font paroître comme une mer brillante, dans laquelle les sommets des montagnes paroissent comme des îles. Or cette mer est lentement agitée, il s'y élève comme des vagues, là où la vapeur vient à abonder le plus, & ces vagues se dissipent par une opération ^{donc} qu'on voit distinctement ^{l'effet} & il se fait à leur surface comme des jaillissements lents, ressemblant à des manes de coton, filés par des mains invisibles : mais ces fils disparaissent peu-à-peu ; la vapeur vesiculaire donc il son composé s'évapore & le change en air ; car au lieu d'accroissement de l'humidité dans l'air supérieur, la sécheresse y augmente jusqu'au temps ordinaire.

281. Revenant à la Rosée ; la cause de ce que ce phénomène commence peu avant le coucher du Soleil est, comme je l'ai dit, que ces rayons devenant très obliques, cessent de transformer la vapeur en air atmosphérique ; elle s'accumule donc dans les couches inférieures de l'atmosphère au point d'y produire l'humidité extrême sans troubler leur transparence : mais nous voyons que l'humidité extrême règne dans l'air, car la rosée se déposant sur les corps, les mouille comme si l'on y eût versé de l'eau. Quelques végétaux, en particulier les feuilles de chou dans leurs parties concaves, offrent un phénomène singulier : elles ne sont pas mouillées, & l'on n'appergoit qu'elles reçoivent la rosée, que parce qu'elles s'y

c'est que les
corps sont
plus froids
que l'air

est ce que
faisait le
Dr Wells

rassemble en guttules comme des perles, qui roulent sur la feuille sans s'y attacher. S'il ne falloit pas demeurer en plein air, au temps où l'air se refroidit & lorsque la rosee se forme; ce que peu de personnes peuvent faire sans que leur sang en souffre, il n'est guère de phéno-
mène qui intéresse plus par la variété de ses apparences; mais je me bornerai à une autre classe d'effets.

282. La gelée blanche qui couvre toutes les herbes quand l'air se refroidit jusqu'à un certain point après le coucher du soleil, est principalement produite par la rosee, & c'est sous ce point de vue que je la considérerai d'abord. J'ai plusieurs fois étudié la formation production de ce phénomène avec des thermomètres très-sensibles; il est certainement produit par la congélation des guttules de la rosee; & cependant la gelée blanche se forme toujours tandis que l'air environnant est à 2 ou 3 degrés du point 0 de mon thermomètre, ou du point auquel même la glace se fond; mais si l'on pose la boule nue d'un petit thermomètre de mercure sur ces herbes, il descend au-dessous de ce point: la surface de l'herbe est refroidie par l'évaporation, parce que la vapeur qui s'y forme emporte du feu latent. On a la preuve de cet effet lorsqu'en été, que l'air est chaud, on plonge la boule nue du thermomètre dans l'eau, & l'en retire alternativement; car on le fait ainsi baisser de plusieurs degrés; parce que la petite couche d'eau qui l'attache à la boule l'évapore sur elle.

Le feu
calorique
rayonnant

283. Il est à cet égard un phénomène remarquable, que nous avons observé M. de Saussure & moi sur les montagnes: c'est que, tandis que l'Hygromètre suspendu à quelques pieds au-dessus de l'herbe des pelouses indique beaucoup de siccité dans l'air, l'herbe elle-même se couvre de guttules comme à la plaine, & y produit la gelée blanche dans la saison.

Ce phénomène m'avoir beaucoup embarrassé dans mes premières expériences sur la rosée, & il avoit contribué au démentiment sur la cause; je fis donc des expériences sur l'origine de cette eau, qui venoit paroître sur les herbes au coucher du soleil; ce qui favorisoit l'idée que la rosée descendait de l'air. Je couvris diverses parties d'un même gazon avec des cloches de verre, pour les garantir de la rosée en supposant qu'elle descendit; & l'herbe se trouva aussi mouillée dans ces parties que dans celles qui étoient découvertes. Ce qui confirma l'idée des physiologistes qui attribuent une transpiration aux plantes, & qui me détermina à ne l'admettre la rosée que dans l'air libre, où j'ai trouvé la cause, que je répéterai ici, après les preuves qui précèdent.

284. La rosée ne monte ni ne descend; elle est formée dans l'air lorsque les rayons du soleil, déjà fort abaissés vers l'horizon, sont devenus trop obliques pour produire la quantité de fluide électrique nécessaire pour transformer la vapeur aqueuse en air atmosphérique; & comme cette vapeur continue néanmoins à monter dans l'air, elle y produit l'humidité extrême.

285. Voilà donc un point déterminé en physique expérimentale, & c'est en même temps une preuve qui n'a jamais assez de vapeur aqueuse dans l'air, pour expliquer la formation de ces nues qui produisent des pluies abondantes. Mais il falloit déterminer plus exactement ce que l'Hygromètre nous indique à cet égard, ce qui est l'objet de l'Article suivant.

Article XXIV. Expériences pour déterminer les quantités d'eau évaporée existant dans un certain espace d'air, correspondantes à chaque point de l'Hygromètre & du Thermomètre.

286. M. de Saussure m'avoir encore précédé dans ces expériences, & lorsqu'il les publia, elles me confirmèrent avec plus de certitude, ce que m'avoient déjà fait connoître les phénomènes météorologiques détaillés ci-devant, qu'il falloit chercher quelque autre source, que l'humidité actuelle men existant dans l'air, pour produire les nuages & la pluie, outre les phénomènes qui souvent accompagnent ceux-là.

287. Cependant je voyois que les expériences de cet habile physicien avoient très-peu fixé l'attention du public; j'avois que je sentoís qu'elles auroient dû produire une grande révolution dans les idées sur les causes des phénomènes atmosphériques. Je cherchai alors à recueillir, soit dans les ouvrages publics, soit dans mes conversations avec des physiciens, quelles raisons on avoit pour retenir, malgré ces démonstrations, les erreurs précédentes en météorologie; & je ne trouvois que les suivantes, qui n'auroient dû avoir certainement aucun poids pour des hommes attentifs.

288. On objectoit — 1. La méthode qu'il avoit employée pour produire d'abord la sécheresse extrême dans son vase, savoir, d'y introduire du sel de tartre nouvellement calciné; parce qu'en cet état il exerce des affinités chimiques sur l'air lui-même, en même temps qu'il en absorbe l'humidité. — 2. On ne pensoit pas que ses expériences sur l'augmentation de l'humidité pussent avoir été exactes, à cause du peu de temps qu'il y avoit employé; toutes les expériences n'ayant duré que deux heures. — 3. Enfin on se défiloit du moyen qu'il avoit employé pour déterminer les quantités d'eau qu'il faisoit succéder & même évaporer dans son vase: il y introduisoit un linge mouillé, qu'il pesoit d'abord avant que de l'y placer, puis quand il l'en retiroit; considérant la perte de poids qu'il avoit subi, comme indiquant la quantité d'eau qui s'étoit évaporée dans l'intérieur. Mais on objectoit, qu'il falloir ouvrir deux fois le vase à chaque opération, & qu'on ne pouvoit déterminer ce qui se passoit dans son intérieur entre ces deux momens, plusieurs fois répétées.

289. C'étoient-là sans doute des objections concernant l'exactitude des résultats de ces belles expériences, mais non

contre leur résultat général, & elles n'auroient pas dû empêcher de voir ce grand fait, qu'il n'y a jamais d'eau évaporée dans l'Atmosphère pour y produire les nuages & la pluie. M. de Saussure refusa ^{même} par là une théorie que j'avois avancée sur la cause des variations du Baromètre; théorie qui avoit été trouvée très-plausible par les physiciens de Paris, & que M. de Saussure lui-même avoit d'abord adoptée, savoir; que la plus ou moins grande quantité de vapeur aqueuse qui se trouve dans les colonnes atmosphériques pourroit ^{sensiblement} changer leur poids; la vapeur aqueuse étant moins pesante que l'air. Mais M. de Saussure démontra ensuite par ses expériences, que vu le peu de cette vapeur qui existoit dans l'Atmosphère à son maximum, les différences ne pouvoient expliquer qu'une minime partie des variations du Baromètre. Je trouvai ces expériences décisives; & je déclarai dans un ouvrage que je publiai ensuite, que M. de Saussure avoit complètement refuté mon système.

290. Je résolus donc de répéter les mêmes expériences, mais de manière à prévenir toutes les objections qu'on avoit faites sur leur exactitude. Cependant il falloit de grands changements dans la manière dont M. de Saussure avoit fait les siennes; outre que la différence de nos Hygromètres empêchoit que nos résultats ^{ne} pussent être directement comparés: mais les idées fondamentales me dirigeant, en les remployant plus exactement & les appliquant à mon Hygromètre. Ces expériences, ainsi que la description de l'appareil que j'y employai, font les objets de la 5^{me} Partie d'un ouvrage que je fis imprimer à Paris en 1803. sous le titre, d'Introduction à la Physique terrestre par les fluides expansibles.

291. Mon plan fut de faire ces expériences dans un vase de verre d'une capacité mesurée, & d'employer un moyen d'y faire évaporer successivement des quantités connues d'eau, sans que le vase fût ouvert dans tout le cours de ces opérations. Je commençai ces expériences sans beaucoup d'espérance de succès, mais leur importance me soutint dans ce travail. J'employai deux ans à des tentatives sans succès, toujours persuadé que j'aurais lieu d'appréhender que la communication de l'air extérieur avec l'air intérieur n'aurait pas été totalement prévenue; mais enfin j'en découvris la cause, que voici.

292. J'avis d'abord eu dessein de faire des expériences comparatives de l'Hygromètre de M. de Saussure avec le mien. Il falloit pour cet effet avoir un Vase à grande ouverture pour y introduire les Instrumens; après quoi je fermois cette ouverture avec une plaque de laiton, que je frottois tout-au-tour avec de la cire-à-cacheter, en échauffant le verre & la plaque. Mais j'eus lieu d'appréhender, que la dilatation du verre & du laiton par la chaleur, non plus que celle de la cire, n'étant pas la même, en se refroidissant, la cire se sépareroit de l'un & de l'autre dans quelques points imperceptibles, & que par les changemens de la chaleur, il se feroit un échange de l'air intérieur avec l'air extérieur.

293. Cette découverte me fit renoncer à la comparaison des deux Hygromètres, & à employer un vase n'ayant en haut qu'une ouverture suffisante pour admettre le passage des instrumens indispensables, que j'indiquerai ensuite. Cette ouverture n'avoit que $2\frac{3}{4}$ pouces anglois de diamètre; la hauteur du vase étoit de 23 pouces, & son diamètre moyen $8\frac{1}{2}$ pouces. Je mesurai d'abord la capacité de ce vase par

le poids de l'eau qui le remplissoit, & je la trouvai exactement de $\frac{7}{10}$ d'un pied cube.

294. Je dois parler maintenant de la manière dont j'é faisois évaporer successivement des quantités égales d'eau dans ce vase, sans l'ouvrir. Cette eau étoit contenue dans de petites bulles de verre minces, arrangées sur un cercle de laiton, portée par quatre baguettes, qui étoient fixées sous une valve épaisse de laiton. Cette valve avoit été emoulée dans l'ouverture du vase, de sorte qu'elle le fermoit parfaitement. Au-dessous du cercle qui portoit les bulles de verre, étoit fixé un de mes Hygromètres, avec un Thermomètre portant l'échelle de Fahrenheit.

295. J'avois un fleau ayant un long index passant de part & d'autre d'une telle délicatesse qu'il indiquoit très exactement jusqu'à centièmes de grain. Un curseur sur ce fleau pouvoit l'ajuster de manière, qu'en y suspendant les bulles de verre vides dans une petite boîte de l'assise, l'index étoit à 0 de l'échelle; j'avois un moyen de faire entrer dans la bulle de verre, qui étoient tirées en pointe, la quantité d'eau qui pesoit exactement $\frac{7}{10}$ de grain, faisant ainsi 1 grain dans 1 pied cube, comparativement à la capacité du vase; & alors je scelois les bulles au chalumeau.

296. J'avois trouvé ^{ce} qu'on nomme les boîtes-à-cuir, dans lesquelles passe une baguette de laiton pour agir dans les récipients fermés, & dont j'avois besoin pour rompre les bulles de verre, occasionnoient quelque échange de l'air intérieur avec l'air extérieur; & comme je m'étois habitué à sceller le vase avec de la cire à cacheter, rendue susceptible de se fondre ~~par~~ ^{par} une moindre chaleur, ^{en y mêlant} ~~pour le mélange~~

un peu d'esprit-de-vin. Ainsi, au lieu d'une boîte-à-air, je fis une boîte remplie de cette cire, que je ramollissois par un anneau de laiton épais & assez chaud; puis, tanôt que la cire étoit molle, je faisois tourner la baguette portant un bras qui, armé d'un ~~traversement~~ sur chaque bulle de verre, les rompoit avec un peu de pression: j'amenois aussitôt le bras sur une autre bulle de verre, puis je laissois refroidir la cire en ôtant l'anneau. Il y avoit d'autres mécanismes, mais en vain pour compléter l'opération qu'il est inutile de détailler ici. J'avois trouvé, par des expériences préliminaires, que 8 de ces bulles étoient plus que suffisantes pour produire l'humidité extrême dans le vase, par la plus haute température dans laquelle je me proposois d'observer; j'en avois donc 8 sur la petite table, où elles étoient retenues dans des cavités convenables.

297. J'avois choisi trois températures, pour observer l'effet de la chaleur sur l'humidité, dans ^{cet} ~~un~~ espace où la quantité d'eau évaporée restoit sûrement la même; ce furent les températures 50, 55, & 60 de l'échelle de Fahrenheit; parce que je pouvois les obtenir naturellement chaque jour dans ma chambre, au printemps & en automne, en m'aidant au besoin du feu d'une cheminée éloignée de l'appareil; & je n'obtenois les effets de l'évaporation de chaque grain d'eau, qu'en accordant le temps suffisant pour que la vapeur produite se fût également répandue dans l'intérieur du vase; ce qui prenoit un temps très-long. Mais je regardois ces expériences, commencées par M. de Saussure, comme si importantes pour la Météorologie, que je m'étois déterminé à y consacrer tout le temps nécessaire.

298. Ma première expérience qui commença en Juillet 1795, ne fut terminée qu'en Janvier 1796. La seconde commença en Septembre 1796, & ne finit qu'en février 1797. Ces expériences — commencèrent l'une & l'autre en produisant la Sécheresse extrême dans le vase. Pour cet effet j'appliquois à son ouverture, un vase de fer blanc d'une construction particulière, contenant de la chaux nouvellement calcinée, & je l'y laissois jusqu'à ce que l'Hygromètre renfermé fût arrivé à 0. J'avois alors la preuve que la Sécheresse extrême régnoit dans le vase, en ce que les changements de la chaleur n'en produisoient point sur l'hygromètre, parce qu'il n'y restoit plus d'humidité.

299. J'avois un motif particulier ^{d'employer} un temps aussi long à ces expériences, celui de découvrir si, dans leur cours, il se faisoit quelque ^{se} changement dans le vase résultant de quelque ouverture imperceptible par laquelle il se fit un échange de l'air intérieur avec l'air extérieur. Dans ce but, après l'addition d'un nouveau grain d'eau évaporée, je répétois plusieurs fois chaque observation sur les changements de l'hygromètre par ceux de la chaleur: Or je trouvois toujours sensiblement le même effet, malgré ces grands intervalles de temps.

300. Ayant donc lieu de compter sur les résultats de ces expériences, j'entrepris d'en tirer une règle générale pour l'Hygrométrie. C'est-là l'objet de la VII^{me} Partie de l'Ouvrage déjà cité, Idées sur la Météorologie, où je détermine enfin les quantités d'eau évaporée dans 1 pied cube d'air, mesure angloise, par les indications conjointes de l'Hygromètre & du Thermomètre.

301. J'arrive à cette détermination par la construction de 9 tables successives; dont la première contient les résultats immédiats des expériences; les suivantes sont destinées à remplir,

par la méthode d'interpolation, les parties qui n'étoient pas fournies par les expériences immédiates; & j'arrivai ainsi à la IX^e Table qui, par la manière dont elle est construite, fournit la réponse à ces quatre Questions. — I. Un point de l'Hygromètre étant donné, quelles sont les quantités d'eau évaporée dans 1 pied cube de l'atmosphère, par un degré^{donné} du Thermomètre? — II. Les points de l'Hygromètre & du Thermomètre étant donnés, quelle est la quantité d'eau évaporée dans 1 pied cube d'air au lieu & au moment de l'observation? — III. Les points des deux Instruments étant donnés, de combien faudroit-il que le Thermomètre baissât, pour que l'hygromètre arrivât à son point 100, c'est-à-dire, pour que la quantité actuelle de la Vapeur aqueuse dans l'air y produisît l'humidité extrême, qui doit précéder toute précipitation d'eau dans l'Atmosphère. — IV. Étant données des températures de 55 degrés de Fahrenheit & au-dessus, quelles sont les quantités d'eau évaporée dans 1 pied cube d'air qui produiroient l'humidité extrême par chacune de ces températures.

§ 502. Après avoir obtenu ces déterminations précises, j'en vins aux grands phénomènes météorologiques décrits au § 542 de mes Idées sur la Météorologie; phénomènes dont j'ai montré ci-dessus, qu'ils avoient renversé toutes les conjectures précédentes sur les phénomènes atmosphériques, mais qu'alors je pouvois mieux déterminer. J'avois encon le premier Hygromètre que j'avois porté sur le Mont-Cuet, dans les Alpes, à une hauteur de près de 9000 pieds de France, au-dessus du niveau de la mer; & ayant calculé son rapport avec le nouveau, je trouvais que le point où le premier se tint sur la montagne, correspondoit à 33.5 du dernier, pour lequel la Table IX donne la quantité d'eau quand température est à 55 de Fahr. mais sur la montagne la température n'étoit qu'à +6 de mon échelle, qui correspond à 115 de Fahrenheit;

il faut donc descendre de 10 termes dans la Table IX ; on l'on trouve que la quantité d'eau dans l'air sur la montagne n'étoit que 2,13 grains anglais dans un pied cube anglais ; ce qui revient à 2,84 grains de France dans 1 pied cube de France.

303. Ainsi l'Hygrologie amenée à un point d'exactitude aussi grand qu'il a été obtenu dans aucune branche de l'hygiène expérimentale, doit absolument changer les idées précédentes sur les causes de la pluie ; puis qu'elle confirme indubitablement ce que j'avois déjà établi d'après nombre de phénomènes détaillés ci-devant, que la pluie ne peut procéder que de la décomposition de l'air atmosphérique lui-même ; et qu'ainsi cet air doit consister dans la vapeur aqueuse, avec quelque addition qui empêche la pression de le décomposer ; ce qui constitue les fluides aériiformes. C'est donc l'air atmosphérique qui doit être décomposé, pour produire les nuages & la pluie ; ce qui ne peut être opéré que par quelque fluide subtil qui s'élève de temps en temps dans l'Atmosphère.

304. Avant que d'aller plus, je vais donner en abrégé les effets de chaque grain d'eau évaporée dans mon vase par les trois températures auxquelles je m'étois fixé.

<u>Grains d'eau dans</u> <u>1 pied cube d'air mes.</u> <u>anglais.</u>	<u>Points de l'Hygr.</u> <u>par la température</u>	<u>Points de l'Hygr.</u> <u>par la températ.</u>	<u>Points de l'Hygr.</u> <u>par la temper.</u>
	50	55	60
<u>Sécheresse extrême</u> . . .	0	0	0
1 grain	15.2	14.5	13.9
2	29.9	28.5	27.6
3	51.6	47.2	43.2
4	74.9	64.1	55
5	89.8	78.6	68.3
6		93.9	82.1
7			96.6

305. Les points de l'Hygromètre qui ne sont pas indiqués dans cette Table étoient incertains ; parce qu'avant l'évaporation totale

du 6^{me} grain à la temp. 50, & du 7^{me} aux temp. 50 & 55, il s'étoit
 déposé de l'eau en forme de rocé sur la parois intérieure du Vase
 du côté de la fenêtre, prouve que l'humidité extrême étoit déplacée
 de côté-là, parce que le voisinage de la fenêtre y diminue la chaleur.

306. Je reviens à la Table IX, dont j'ai dit qu'elle présentoit
 les résultats combinés de ces expériences sous une forme propre
 à fournir les réponses aux quatre questions hygrologiques, men-
 tionnées ci-dessus. Mais la manière de la construction, à laquelle
 j'avois été conduit en combinant les Tables précédentes, rendoit
 son application longue & difficile. A chaque calcul il falloir
 passer d'une colonne à l'autre, & les suivre dans leur longueur,
 pour prendre des points quelque fois très-distans; ce qui pouvoit
 occasionner quelque méprise, à moins d'une grande attention.

307. Cette difficulté a été prévenue par M. Hausmann, dont
 j'ai déjà eu occasion de parler, comme ayant parfaitement
 réussi à construire mon Hygromètre. Cet homme de génie ayant
 profondément étudié les Tables dont je viens de parler, remontant
 à leurs élémens, a imaginé un moyen d'éviter tout calcul, & d'obte-
 nir les mêmes résultats: il a construit ce qu'on nomme une
Table à double entrée: les colonnes verticales de cette Table,
 indiquent au haut la suite des degrés de l'Hygromètre; les
lignes horizontales sont numérotées, à leur commencement
 pour les degrés du Thermomètre de Fahrenheit. Par cette
 construction, étant donné le point de l'Hygromètre & du
Thermomètre, si l'on veut savoir la quantité d'eau contenue
 dans 1 piéd cube d'air, on trouve cette quantité au point
 de rencontre de la colonne appartenant au degré donné
 de l'Hygromètre, & de la ligne horizontale correspondante
 à celui du Thermomètre.

308. C'est-là une idée très-ingénieuse, & non moins utile.

129

car ces Tables, dont en. Haasmann accompagne les Hygromètres, avec un abrégé des principes d'Hygrologie & de Météorologie conclus de l'expérience, devront contribuer à détruire les préjugés sur la cause de la pluie, qui depuis longtemps avoient introduit l'erreur dans toute la Météorologie, & par-là dans toutes les branches de la Physique.

Article XXV. Du Fluide électrique, considéré dans les signes que nous avons de son existence sur les corps, & dans ceux qui manifestent sa nature.

309. Les étonnans phénomènes atmosphériques que nous avons observés mon frère & moi sur le Mont-buet, joints aux observations de en. de Saussure sur l'Électricité atmosphérique dont j'ai rendu compte ci-dessus, nous conduisent jusqu'à un certain point à comprendre la composition de ~~l'air~~ l'air atmosphérique, le Fluide électrique y entre certainement pour convertir la vapeur aqueuse en fluide aériforme; mais il doit y être combiné avec diverses autres substances, puisque la décomposition de cet air, lorsque nous étions sur la montagne, produisoit non seulement les éclairs, mais le tonnerre & la grêle.

310. J'ai fait remarquer de plus, que les phénomènes du fluide électrique quand il produit des étincelles, nous font connoître qu'il est lui-même composé de nombre d'ingrédients; & cet ensemble de faits, tous fondés sur l'expérience, nous montre combien de recherches il reste à faire pour former avec quelque sûreté un système de Physique générale. Le seul moyen d'avancer avec certitude dans cette carrière, est d'y diriger avec un scrupule exactitude toutes les branches de la Physique expérimentale. Or comme toutes ces branches appartiennent à un même tronc dans la Nature, & qu'elles doivent ainsi converger vers ce tronc, il faut nécessairement les déterminer dans toutes leurs parties, qu'on puisse

discerner les liens qui y manquent, parce qu'ils indiquent des objets de nouvelles études.

311. Tout ce qui concerne le fluide électrique constitue une branche principale de ces recherches. Le Fluide, sans éclinceler, produit un phénomène qui demande la plus grande attention. Le phénomène dont je parle n'a été découvert que depuis l'invention de l'Electroscope: cet instrument dans lequel deux corps légers, suspendus auprès l'un de l'autre à un couvercle métallique, dans une cage de verre qui les isole, éprouvent une divergence lorsqu'ils sont liés dans quelque sens que ce soit, de l'état électrique des corps qui ^{en communication} les environnent. Or si l'on ~~met~~ met un electroscope avec un conducteur isolé, & qu'on ait un second conducteur isolé auquel on ajoute, ou dont on ôte du fluide électrique, & qu'on l'approche de l'autre conducteur, on produit de la divergence dans celui-ci. Tel est le phénomène bien connu sous le nom d'influences électriques.

312. C'étoit donc-là un objet important, de recherches; il s'agissoit d'en venir à ce sujet, ayant eu pour premier but dans cet ouvrage de tracer l'Histoire des progrès des différentes branches de la Physique expérimentale, je vais donner celle de ^{la} Science électrique, que j'ai aussi vu naître, & que j'ai constamment suivie dès-lors.

Article XXVI. Histoire des De'couvertes sur
le Fluide e'lectrique.

313. les phénomènes électriques avaient commencé depuis
longtemps d'être aperçus par les mouvements produits dans les
corps légers lorsqu'on en approchoit certains corps après avoir
frotté ceux-ci. Le terme électricité vient du mot electrum;

para que l'ambre, electrum en latin, produisoit ces effets plus fortement qu'aucune autre substance. Mais les vrais phénomènes du fluide électrique ne se sont manifestés que par l'invention de la Machine électrique, & ensuite de la Bouteille de Leyde.

314. On commençoit à s'occuper beaucoup de ces expériences lorsque mon frère & moi nous faisons nos premières études à Genie, en particulier sous M. Iallabert, Prof. de Phys. expérimentale dans notre Académie, & qui étoit en correspondance avec l'Abbé Nollet, célèbre Electricien de ce temps-là. L'attention particulière que nous donnions aux expériences de M. Iallabert, l'engagea à les répéter pour nous en particulier avec beaucoup plus d'étendue; & nous dirigea dans la construction d'une Machine électrique, ainsi que de tous les autres instrumens nécessaires à ces expériences, que nous suivîmes alors avec beaucoup d'attention.

315. Un phénomène décrit par l'Abbé Nollet dans sa correspondance avec M. Iallabert, nous avoit beaucoup frappé; c'est qu'on pouvoit faire passer l'effet distinctif de la bouteille de Leyde, nommé dès-lors commotion, au-travers d'un vase plein d'eau, - donc un côté communiquoit avec l'intérieur de la bouteille; & nous voulûmes répéter l'expérience plus en grand. Pour cet effet nous placâmes, autour d'une chambre, plusieurs vases pleins d'eau, communiquans les uns aux autres par des fils métalliques; & ne trouvant aucune diminution dans la commotion par la multiplication des vases, nous soupçonnâmes qu'il n'y avoit aucune borne à l'étendue de l'eau pour transmettre cet effet; ce qui nous conduisit à une entreprise, dont j'ai décrit les principales circonstances au § 681 de mes Recherches

316. Avant que de décrire ces expériences, que nous fîmes en 1749, je dois dire en quoi consistoit alors la bouteille de Leyde, pour faire comprendre comment, peu de temps après son invention, nous l'employâmes à ces expériences. Cet instrument consistoit en un matras de verre mince, rempli d'eau jusqu'à une certaine hauteur; un fil métallique, passant au-travers d'un bouchon de liège, terminé à l'extérieur en un crochet, pour suspendre la bouteille au premier-conducteur de la machine électrique, atteindre l'eau dans le matras, sous la partie extérieure jusqu'à la hauteur de l'eau en dedans, étoit couvert de feuille d'étain. Par cette construction, si l'on tenoit la bouteille dans un main par la couverture de feuille d'étain, & qu'on portât l'autre main au premier conducteur de la machine en mouvement, on éprouvoit la commotion.

317. Pour employer cette bouteille à nos expériences projetées, qui devoit nous faire connoître si la grande rivière Rhône qui passe à Genève, transporteroit la commotion (ce dont nous ne doutions pas) nous fixâmes à la feuille d'étain extérieur d'une bouteille, un fil métallique, ayant des anneaux pour l'alonger autant qu'il seroit nécessaire pour que, du lieu où seroit placée la machine électrique, avec la bouteille accrochée à son premier conducteur, ce fil pût ^{se} plonger dans l'eau de la rivière. Dans une première expérience, la Machine électrique électrique fut placée au premier étage d'une maison à la rive gauche de la rivière, dans une situation où le fil de la bouteille pouvoit plonger dans l'eau. Nous tendîmes au-travers de la rivière un fil métallique partant du premier conducteur de la machine, fixé du côté opposé par un cordon de soie, de manière qu'il passât

peu au-dessus d'un petit pont à fleur d'eau.

318. Quand tout fut prêt, nous invitâmes on. Sallabert & plusieurs autres personnes d'assister à cette première expérience. On pouvait, par des signes, faire mettre la machine électrique en mouvement quand il en eût besoin. Nous essayâmes d'abord Pis le fil métallique étoit bien isolé, ce qui fut prouvé par ce qu'on en tiroit des étincelles. Ceux qui, malgré leur incertitude sur le succès, craignoient la sensation de la commotion, n'osoient pas ~~se faire~~ faire l'épreuve de ce que nous avions annoncé devoir la produire; mais mon frère & moi, & quelques autres personnes, mettrons un doigt dans l'eau de la rivière, & portant un doigt de l'autre main au fil métallique, nous éprouvâmes la commotion aussi fortement que si nous eussions tenu la boukille dans notre main.

319. Le succès de cette première expérience, nous en fit entreprendre une autre, dont je vais décrire les circonstances. L'eau du Rhône est portée, par une Machine hydraulique, dans un réservoir au haut de la ville, d'où elle est distribuée à toutes les fontaines; elle produit en particulier un jet d'eau sur une terrasse, qui n'est séparée du rempart que par une rue. L'eau du bassin de ce jet d'eau, passant par un canal intérieur, vient former une fontaine au pied de la terrasse, où cette eau est recueillie dans un bassin. Ce fut ici le lieu où nous projetâmes de faire l'expérience, dont les préparatifs furent assez difficiles.

320. Nous choisîmes d'abord un lieu au bord du Rhône, près de l'extrémité du même rempart, où nous placâmes la Machine électrique de manière que le fil extérieur de la boukille, suspendue au premier conducteur, pût plonger dans l'eau. Mais il fallut conduire un fil métallique, en l'isolant de ce premier-conducteur jusqu'au bassin dont je viens de parler.

Je vais décrire la manière dont nous l'exécutâmes, à cause d'une circonstance vraiment comique qui en résulta.

321. Le rempart, assez élevé, qui borde la rue, est planté d'arbres auxquels, par des cordons de soie, nous suspendîmes ce fil métallique. Mais arrivés vis-à-vis du bassin où nous voulions faire l'expérience, il fallut faire descendre ce fil jusqu'à ce bas niveau, & l'y fixer avec un cordon de soie. Or cette rue est le grand passage d'une des portes de la ville, qui s'ouvre avant le lever du Soleil; de sorte que notre expérience devoit être finie alors, à cause des voitures & gens à cheval qui, entrant par cette porte, passeroient par cette rue.

322. Tout ayant été préparé dès la veille, excepté le fil métallique qui devoit s'abaisser jusqu'au bassin, nous invitâmes M. Jallabert d'y assister: elle réussit parfaitement; car en mettant un doigt dans le bassin de la fontaine, tandis que la machine électrique étoit en mouvement au bord de la Rivière, & portant un doigt de l'autre main au fil métallique, on éprouvoit une commotion presque aussi forte qu'elle l'étoit d'un bord à l'autre de la rivière. Cette expérience fut bientôt connue, parce que M. Jallabert la communiqua à l'Abbé Nollet, qui la publia dans son Recueil de Lettres Sur l'Electricité.

323. Je viens maintenant à la circonstance vraiment comique qui arriva alors, parce qu'elle conduira à d'autres conclusions. L'eau qui sortoit du bassin auprès duquel nous aurons fait nos expériences, n'étoit reçue dans aucun canal déterminé, ainsi elle se répandroit sur le pavé jusqu'à quelque distance, & le sol étoit ~~encore~~ mouillé, parce que le Soleil n'avoit pas encore ~~mouillé~~ séché la surface. Notre expérience n'ayant été terminée qu'un instant avant qu'on ouvrît la porte de la ville, nous n'avions pas eu le temps d'enlever le fil métallique.

qui descendait du rempart. Lorsque la porte fut ouverte, il entra un Meunier monté sur un âne, qui en chassait d'autres devant lui, portant la farine du bled moulu à des moulins sur le Rhône hors de la ville. Dès que nous le vîmes venir, nous avancâmes dans la rue lui criant de s'arrêter; n'ayant en vue que de sauver notre fil, sans prévoir ce qui arriva. Le Meunier ne voyant pas le fil, crut que nous nous moquions de lui, & continuant de venir trotter sur son âne, il arriva ainsi sur la partie mouillée de la rue. Or la tête du Meunier venant à rencontrer le fil, nous pûmes juger que lui & son âne éprouvèrent ensemble la commotion: car l'âne se mit à ruer, comme si on l'eût frappé d'un fouet dans les jambes; & le Meunier, criant comme au voleur, fut obligé de se tenir au col de l'âne pour s'empêcher de tomber: il crut sans doute que nous étions des sorciers; mais nous n'eûmes pas le temps de le suivre, pour l'avoir le compte qu'il rendra de son aventure à la maison où il portait la farine.

324. Ce phénomène dans lequel notre corps, par la sensation que nous éprouvons, nous avertit du passage du fluide électrique qui va remplacer au côté extérieur de la bouteille celui qu'elle a perdu en la chargeant, nous apprend d'abord, qu'à quelque distance que ce soit, l'humidité du sol est suffisante pour le rendre aussi conducteur que l'eau elle-même. Nous y voyons aussi qu'à quelque distance que ce soit, le côté extérieur de la bouteille ne peut recevoir du fluide électrique, à moins que le côté intérieur n'en perde en même temps. Car nous n'eprouvâmes la commotion dans tous les cas rapportés ci-dessus, qu'en tirant une étincelle du fil métallique qui communiquait avec l'intérieur de la bouteille, quoique procédant de si loin. Je vais expliquer maintenant ce qui nous avait conduit à tenter ces expériences.

Article XXVII. Expériences concernant la Boutille
de Leyde, & le Tableau magique, conduisant à la
Théorie du D^r. Franklin.

325. Je viens maintenant à quelques expériences que nous avions faites mon Frère & moi deux ans avant celles que je vien de rapporter; c'est-à-dire en 1747, & ainsi plusieurs années avant que l'on connût la belle Théorie du D^r. Franklin sur les électricités positive & négative; de sorte qu'on ne pouvoit marcher qu'à tâton dans les phénomènes électriques, & ce fut ainsi que nous commençâmes.

326. La première remarque ^{que} nous dirigea fut; que lors que la boutille telle que je l'ai décrite étoit isolée, nous ne pouvions tirer qu'une étincelle de son crochet; car quand on le touchoit ensuite, on n'éprouvoit aucune sensation, de sorte qu'il falloir rendre du fluide électrique à l'extérieur, pour pouvoir tirer une nouvelle étincelle du crochet. Mais nous voulûmes observer plus précisément la marche de ces effets alternatifs, en agissant aussi sur l'extérieur de la boutille par l'entremise de l'eau, & voici les préparatifs de cette opération.

327. Nous placâmes un vase plein d'eau sur un gâteau de poix, pour l'isoler, & nous fîmes nager la boutille sur cette eau, en la soutenant par des cordons de soie. En cet état, après que nous avions tiré une étincelle du crochet, approchant le doigt de l'eau extérieurement elle en recevoit une étincelle, mais on n'éprouvoit plus rien en plongeant le doigt dans cette eau. En répétant ces alternatives, nous déchargeâmes la boutille; puis, l'ayant chargée de nouveau, & faisant les contacts simultanés, du crochet & de l'eau du vase, nous éprouvâmes une forte commotion. Ces effets, alors inconnus, nous manifestèrent dès lors quelque sorte d'action du fluide électrique au travers

du verre ; action qu'il falloit chercher, en multipliant les expériences sous diverses formes.

328. Nous pensâmes alors, à chercher si le verre, comme on le croyoit alors, étoit essentiel à la bouteille de Leyde ; ou si ^{toute} ~~cette~~ substance isolante pouvoit être amenée à produire le même effet. La poix, par exemple, qui isole les corps électrisés mieux encore que le verre, nous parut propre à cette tentative, que nous commençâmes de la manière suivante.

329. Nous fîmes une coupe de poix aussi profonde et aussi mince qu'il nous fût possible ; nous fîmes nager cette coupe sur l'eau d'un vase isolé ; nous mîmes de l'eau dans cette coupe jusqu'à son bord, & fîmes plonger dans cette eau un fil métallique en communication avec le premier conducteur de la Machine électrique, qui fut tenue en mouvement pendant toutes ces expériences. En approchant le doigt de l'eau dans la coupe, nous en tirions une étincelle, mais une seule, jusqu'à ce qu'en approchant le doigt de l'eau extérieure, qui recevoit une étincelle de cette eau, l'eau intérieure nous en donnoit aussi une. En portant à la fois un doigt de chaque main dans l'eau intérieure & l'eau extérieure, nous éprouvions une petite commotion.

330. Nous ne pûmes douter ainsi qu'il ne passât au-travers de la poix, comme au-travers du verre, quelque substance appartenant au fluide électrique, sans être ce fluide lui-même ; & tel fut le premier pas vers ce qu'on a nommé, mais long-temps après, Tableau magique en y employant une lame de verre ^{Instrument} ; auquel je reviendrai dans la suite.

331. Cette première expérience nous conduisit à une autre tentative qui eut du succès. Nous imitâmes une bouteille de Leyde

avec une bouteille de fer-blanc, à laquelle étoit ajouté un long col de verre: nous fîmes fondre de la poix sur l'intérieur de cette bouteille, dont nous couvrîmes le fond de feuille d'étain. Ayant mis de l'eau dans cette bouteille, avec un fil métallique passant au-travers d'un bouchon de liège & qui plongeoit dans l'eau, elle se chargeoit comme la bouteille de Leyde ordinaire, & faisoit éprouver une commotion assez forte.

332. Nous connûmes donc ainsi que le verre n'étoit point essentiel à cet appareil, qu'il suffisoit d'une lame qui fût imperméable au fluide électrique lui-même, mais qui laissât traverser quelque substance qui lui appartenoit quand on l'accumuloit sur un côté de la bouteille, & dont le retour, quand on faisoit communiquer les deux surfaces par l'entre-^{de nous}mise ~~des~~ corps, produisoit la commotion. Mais ne pouvant rien comprendre à la cause de ce phénomène, je me déterminai en mon particulier à suspendre mes recherches sur cet objet, jusqu'à ce que j'eusse acquis des connoissances en d'autres branches de la Physique expérimentale. Je me vouai donc aux études dont j'ai parlé ci-devant, & qui forment le sujet de mon Ouvrage, Recherches sur les modifications de l'Atmosphère.

333. Ce ne fut que long-temps après ces premières expériences que nous avions faites mon Frère & moi sur le Fluide électrique, que fut publiée, par le D^r Franklin, la théorie sur les électricités positive & négative, qui, appliquée à la bouteille de Leyde, déterminoit ce que nous n'avions fait qu'appréhender dans nos expériences: nous avions pu juger que, durant la charge, il s'accumuloit sur la surface qui la recevoit quelque substance ^{appelée} _{= kranth}.

du fluide électrique, & que la même substance abandonnée en même temps la face opposée. Or dans la théorie du D^r Franklin, c'est le fluide électrique lui-même, dont l'accumulation sur une des faces de la bouteille, rend cette face positive; ce qui occasionne une perte proportionnelle de ce fluide par la surface opposée, & la rend negative. Cependant cette théorie, quoiqu'elle fût fondée en elle-même, faisait naître bien des difficultés, ^{à ceux de} ~~par~~ la manière dont elle étoit exprimée par son inventeur; comme on le verra dans l'Article suivant.

Article XXVIII. Défaut dans l'énoncé de la
Théorie du D^r Franklin, qui fit naître des
objections contraires.

334. Cette théorie étoit probable; mais on n'y voyoit point de cause, & son énoncé faisoit naître plusieurs objections. Le D^r Franklin posoit pour fondement, que tous les corps possédoient une certaine quantité de fluide électrique ~~appartenant~~ appartenant à leur constitution; qu'ils devenoient positifs quand on y en ajoutoit, & negatifs quand on leuren ôtoit. Il expliquoit ~~ainsi~~ ensuite, que dans la charge de la Bouteille de Leyde, l'accumulation du fluide électrique à l'un de ses côtés, qui le rendoit positif, occasionnoit une perte proportionnelle de ce fluide par le côté opposé, ce qui le rendoit negatif.

335. Il s'éleva nombre d'objections contre cette Théorie, qui empêchèrent pendant long temps qu'elle fût adoptée tant en Angleterre que sur le Continent. On objectoit d'abord, que de tels effets ne pouvoient être admis sans qu'on leur assignât quelque cause; ce que le D^r Franklin ne faisoit pas. Des objections s'élevèrent aussi contre cette Théorie, tirées —

des mouvements électriques ; le D^r. Franklin ne parlait pas de cet important phénomène, qui fut opposé à la Théorie, entraînée par le D^r. Leart, anglais, qui, ^{quelque} ~~peu~~ de temps après mon arrivée en Angleterre, publia un Ouvrage sur ce sujet. Persuadé de la Théorie de Franklin, parce qu'elle étoit venue se joindre aux idées que j'avois conçues, d'après les expériences que j'avois faites avec mon Frère, j'entamai une correspondance avec le D^r. Leart ; mais je ne pus répondre à ses objections, ce qui me fit demeurer moi-même en suspens. Je devois rendre compte de cette controverse, si elle étoit de quelque utilité maintenant ; mais elle ne l'est plus, parce que bientôt après ce grand point dans la Science électrique fut établi sur des fondemens plus solides. Je vais donner l'histoire de cette époque.

Article XXIX. Théorie des électricités positives

& négatives, & de leur cause, établie par

M. Volta.

336. J'ai dit dans une Introduction à mon Ouvrage Idees sur la Meteorologie, quelle fut l'époque du commencement de ce nouvel aspect de la Théorie des électricités positives & négatives, qui y répandit la lumière au point ^{de} dissiper tous les doutes sur ce grand objet dans la Science électrique ; ^{Science} qui ~~dès~~ ^{dès} lors a fait des progrès, importants même à la Physique générale.

337. Etant à Paris en 1781, un de mes amis me conduisit chez M. Bianchi, démonstrateur de Physique expérimentale, un jour où il avoit annoncé ^{que M. Volta y feroit} ~~qu'il feroit~~ de nouvelles expériences électriques. M. Bianchi rassemblant un grand nombre de personnes de distinction des deux Sexes à ses leçons, il les donnoit

143
141

Dans une grande Salle environnée de bancs en amphithéâtre, dont la table sur laquelle il faisoit ses expériences électriques étoit entourée. Il commença par ses propres expériences, dans lesquelles il produisoit des phénomènes très-étonnans pour ceux qui ne les connoissoient pas, & qui excitoient sans-cesse des battemens de mains comme au théâtre. Quand il eut fini ses expériences, il annonça que M. Volta alloit faire les Siennes: ce qui fit avancer les plus curieux autour de la table, & donna lieu à une scène qui manifesta le peu d'instruction qu'il y avoit dans ce temps-là, à faire des expériences devant une telle assemblée pour répandre des connoissances physiques dans le public.

338. M. Volta porta d'abord sur la table deux disques, de bois d'environ 8 pouces de diamètre, couverts à l'un des côtés de feuille d'étain, & portés par un pied de verre pour les isoler. Du haut de chaque disque, à l'une de ses faces, pendoit une petite balle de liège: il donnoit du fluide électrique à l'un des disques avec une bouteille de Leyde, ce qui faisoit écarter la balle; puis il approchoit l'autre disque en face du premier: alors la balle du disque approché s'élevoit, en même temps que celle de l'autre disque ~~s'élevoit~~ s'abaissoit à peu-près de la même ^{quantité} dont l'autre s'élevoit.

339. Après avoir répété & varié ces expériences, M. Volta les expliqua par son système sur les influences électriques. Il porta pour principe, que les états positifs & négatifs de la théorie du D^r Franklin existoient certainement, & que les objections opposées à cette théorie, naissent de ce qu'on y supposoit un état électrique fixe, comme point intermédiaire, état qui

n'existent pas : que les états positif & negatif se rapportent à un point actuel, mais changeant, celui de l'état électrique de l'air & du Sol au moment de l'expérience, dont la quantité étoit inconnue. Ce fut ainsi que toute difficulté fut levée dans la théorie de positif & negatif, & en particulier celle qui résultoit des mouvements des électroscopes, qui avoient été jusqu'alors la plus grande objection ; parce qu'on ignoroit le vrai point de comparaison, savoir celui de l'état électrique de l'air ; ce que M. Volta expliqua très-clairement.

340. Je n'oublierai jamais ce qui se passa alors. — ~~On~~ d'un certain temps, on entendit dire de tous côtés. — N'est-ce que cela ! — Il vaudroit bien la peine de nous retenir ici ! — Peu-à-peu toute cette assemblée sortit de la Salle, & il ne resta auprès de M. Volta que M. Diurni, une autre personne, mon ami & moi.

341. M. Volta avoit sûrement ces expériences, s'il n'eût vu avec quelle attention nous les observions ; ce qui l'engagea à nous demander quelles étoient les personnes que les petits appareils avoient séparés de la foule, comme un aimant le pousse les particules de fer mêlées au Sable ? J'appris alors que l'unique spectateur attentif étoit M. de la Place : nous conversâmes long-temps, & j'eus ainsi l'avantage de me lier avec ces deux physiciens très-distingués M. de la Place & M. Volta.

342. L'année suivante (1782) M. Volta vint à Londres, & fit ses expériences en présence de plusieurs physiciens ; après quoi il expliqua sa théorie sur les influences électriques, dans un mémoire présenté à la Société royale, qui fut publié dans les Trans. philosophiques de cette année-là. Cependant cette théorie

fixa peu l'attention, parce qu'on n'en saisit pas d'abord toutes les parties, ni leur rapport avec les phénomènes.

343. M. Volta me voyant, nonseulement convaincu de sa théorie, mais résolu d'en suivre l'application dans des expériences que je projetois, voulut bien me diriger dans la construction de premiers instrumens de metal, que je multipliai ensuite & avec lesquels je fis nombre d'expériences dont je parlerai, après avoir exposé ici plus précisément sa théorie: je l'ai fait dans mon Wé. sur la météorologie; mais plus particulièrement à la p. 48 du 1^{er} Vol. de mon Ouvrage intitulé 'Traité élémentaire sur le fluide électro-galvanique, imprimé à Paris, en 1804. Voici l'énoncé des lois fondamentales de cette théorie de M. Volta, suivant ses propres expressions.

4 I. Toutes les fois qu'un corps isolé possède plus de fluide électrique que les corps voisins, il occasionne une augmentation de tension du fluide électrique qui se trouve sur les corps; & inversement, toutes les fois qu'un corps a moins de fluide électrique que les corps voisins, il occasionne une diminution dans la tension du fluide électrique qui se trouve sur eux.

4 II. Dans toutes les modifications que produit un corps électrisé sur les corps voisins, il éprouve lui-même des modifications inverses: ainsi, quand il produit une augmentation ^{de tension} dans leur fluide électrique, la tension de son diminue; & lorsqu'il occasionne une diminution dans la tension de leur fluide celle de son augmente.

344. Telles sont les lois fondamentales de la théorie

de M. Volta ; elles expliquoient tous les phénomènes alors connus, en prenant le mot tension, pour le degré de tendance ^{du fluide électrique} à se répandre & à se communiquer à d'autres corps. C'est ainsi que lorsque le corps sur lequel influe un autre corps électrisé en plus, communique avec le Sol, la tension augmentée dans le fluide électrique de la partie la plus voisine, puis qu'il s'en écoule dans le Sol, & il devient négligé : & au contraire, si le corps électrisé est négligé, la tension s'en diminue dans le fluide électrique sur le corps voisin, communiquant avec le Sol, il lui vient du fluide électrique de celui-ci, qui le rend positif. Tel est l'effet indubitable de la 1^{re} Loi.

345. Or suivant la 11^{de} loi, le corps électrisé éprouve des modifications inverses ; il n'est donc plus en équilibre avec la source qui avoit produit son état électrique - Si le corps électrisé, l'a été en plus autant qu'il pouvoit l'être par le premier conducteur d'une machine électrique, son fluide perdant de la tension par le voisinage de l'autre corps, peut recevoir plus de fluide du premier conducteur, Or comme cette influence s'exerce au-travers du verre, elle explique le phénomène de la bouteille de Leyde, qui ne peut recevoir qu'une quantité peu considérable de fluide électrique dans son intérieur, à moins que son côté extérieur, communiquant avec le Sol, n'y perde de son fluide électrique.

346. J'ai dit que les mouvements des électroscopes avoit été une objection insurmontable contre la théorie du D^r Franklin par la manière dont il devoit

déterminée; mais que M. Volta l'ait levée par son ¹⁴⁵
Système: c'est à quoi je vis maintenant.

Article XXX. Des mouvements électriques,

Suivant le Système de M. Volta.

347. Le défaut essentiel de la Théorie du D. Franklin étoit de rapporter le plus & le moins, ou les états positif & negatif, à l'état électrique du Sol, considéré comme étant toujours le même. M. Volta, comme je l'ai dit, ne considère point d'état électrique permanent, son point de comparaison est l'état actuel des corps environnans, compris essentiellement l'air lui-même, comme possédant aussi le fluide électrique en commun avec les corps qu'il embrasse; de sorte que l'air enlève du fluide électrique au corps qui en a plus que lui, & ^{en cède} ~~en cède~~ à ceux qui en possèdent moins.

348. D'après ce Système, quand deux petites balles suspendues, auprès l'une de l'autre, sont dans le même état électrique que l'air, il n'y a point de cause de mouvement; mais si elles sont tirées de cet état, soit en plus soit en moins, voici ce qui doit produire le changement: les deux balles modifiant l'air qui les s'oppose, celui-ci arrive presque au même état électrique qu'elles; au lieu que chacune étant seule pour modifier l'air qui leur est extérieur, elles s'écartent alors, non, comme on le supposoit, par une action qu'elles exercent l'une sur l'autre; ce qui faisoit naître toutes les objections; mais parce que l'une & l'autre se portent vers l'air extérieur.

349. Cette théorie, qui levait toutes les difficultés dans cet important phénomène m'intéressa si fort, que pour m'assurer de sa solidité, je la soumis à des épreuves dans toutes les parties; ce qui me fit découvrir des phénomènes très-intéressants dans les mouvements réciproques des corps électrisés & de l'air environnant, décrits dans mon Ouvrage déjà cité, Traité élémentaire sur le fluide électro-galvanique. Or dans le cours de ces expériences, il me vint à l'esprit d'entreprendre une analogie, quoique d'une autre espèce, à laquelle je fus conduit par un phénomène que j'avais observé accidentellement. J'ai décrit cette expérience au 1^{er} Vol. du même ouvrage, commençant à la p. 116.

350. Quand on prend un peu d'eau dans un bassin pour se faire la barbe, en employant de la poudre de savon, & qu'il y a de la poussière dans le bassin, cette poussière flotte d'abord ~~sur~~ à la surface du peu d'eau qu'on y verse; mais j'avais remarqué, que dès que la poudre de savon tomboit dans l'eau, la poussière étoit comme balayée, & se retirait contre les bords du bassin, s'élevant continuellement jusqu'à l'extrémité de la partie qui avoit été mouillée par les mouvements du bassin, & formant là comme un frange bien terminée: je n'avois donc qu'à enlever cette frange avec le doigt, & tout le bassin restoit fort net. J'essayai ensuite de laisser tomber sur l'eau, tandis qu'elle étoit couverte de poussière, de petits fragments de savon, & je voyois les mêmes mouvements de la poussière autour de ceux-ci.

351. Voici maintenant l'analogie que je trouvois entre ce phénomène & les effets de l'air sur les bâtes de l'électroscope. Si l'on emploie de l'eau qui soit propre à dissoudre promptement le savon,

Et qu'on en laisse tomber quelque fragmen sur cette eau il en résulte du mouvement à la surface manifesté par la poussière, & le mouvement se fait, de l'eau qui a déjà dissout du savon, vers celle qui est encore dans son état naturel.

352. Cette analogie me parut si directe, que j'e cherchai à imiter. Sur cette eau, le mouvement des balles des électroscopes dans l'air, & j'y réunis par le moyen décrit en détail dans le même Ouvrage. Je coupai deux petits disques de savon de $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, & d'environ $\frac{1}{16}$ de ligne d'épaisseur, au centre desquels j'e fixai, avec de l'eau gommée, des fils déliés de 4 à 5 pouces de long: quand la gomme fut sèche, j'e suspendis ces disques à l'extrémité d'une baguette auprès d'un de l'autre, de manière qu'ils se touchassent légèrement par un de leurs côtés; & à l'instant de les faire reposer en même temps à la surface de l'eau. Or dès l'instant qu'ils reposèrent ^{sur} cette surface, ils se séparèrent, & l'on en voyoit la cause, par le mouvement de la poussière. Les deux disques donc envoient du savon à l'eau qui se trouvoit intérieure, tandis qu'un seul en donnoit à l'eau extérieure; il se ~~portait~~ séparèrent donc, en se portant l'un & l'autre vers cette eau extérieure, comme moins savonnée.

353. Ayant ainsi terminé la vérification de toutes les parties de la théorie de M. Volta, dont les influences électriques sont une partie essentielle, j'e fixai mon attention sur ce qui pouvoit être la cause de ce grand phénomène, qui me parut lié à tous les autres effets du fluide électrique. Dans cette recherche, il ne s'agissoit plus de la constitution intérieure de ce fluide, telle qu'elle se manifeste quand il se décompose en

éclatant; c'étoit d'un effet qui l'accompagne toujours, & qui se manifeste par les mouvements qu'il produisoit dans les électroscopes. Ce sont ces mouvements qui ont été l'objet de la théorie de M. Volta: il ne définiroit ^{cet effet} que par plus ou moins de tension; ce qui ^{ne} suffisoit pour les objets auxquels il l'appliquoit; mais cette ^{définition} ne fournissoit aucune idée de cause, ainsi l'on ne pouvoit juger si elle s'étendrait sur tous les phénomènes électriques.

354. Cette influence, dont les effets sont visibles, est susceptible de variation en changeant les arrangements, & ce fut en variant les expériences, que j'arrivai à cette première conclusion: qu'elle provenoit de quelque émanation du corps électrique, formant comme une atmosphère autour de ce corps, qui étoit positive autour d'un corps positif, & negative au contraire, quand le corps étoit negatif. Mais en quoi consistoit cette atmosphère changeante? Ce ne pouvoit être que quelque fluide; mais un fluide négatif étant une contradiction, il ne pouvoit y avoir d'autre différence que de plus ou moins d'une chose qu'il falloir chercher. Telle fut la conclusion générale que je tirai de l'ensemble de ces phénomènes; & voici à quoi elle me conduisit, pour déterminer l'essence du fluide électrique.

Article XXXI. Constitution ordinaire du Fluide électrique, tel qu'il réside sur les corps.

355. Lorsque j'eus arrivé à ce point, je trouvai une grande analogie entre ces phénomènes du fluide électrique, principalement considérés dans la bouteille de Leyde ou le tableau magique, & ceux de la vapeur aqueuse. Car d'après la conclusion générale que j'ai rapportée ci-dessus, tirée des premières expériences que nous avions faites, mon frère & moi, ^{en 1747,} ~~lorsque~~

149

Sur la bouteille de Leyde, on ne pouvoit concevoir les phénomènes, qu'en supposant que quelque substance appartenant au fluide électrique traversoit le verre, tandis qu'une autre substance, appartenant aussi à ce fluide, étoit retenue à la surface qui le recevoit; & que la partie qui traversoit la lame de verre, étoit au côté opposé, quand il communiquoit avec le Sol, une substance de même nature que celle qui étoit déposée sur la surface qui recevoit le fluide électrique.

356. Je conclus alors, que l'analogie entre ces phénomènes du fluide électrique & de la vapeur aqueuse résultoit de ce que les deux fluides avoient une matière propre, qui déterminoit leur genre, mais qui elle-même ne jouit pas de l'expansibilité, unie avec un fluide expansible avec lequel elle a de l'affinité, & que dans cette union, le composé devient expansible. Je donnai à ce fluide, qui produit l'expansibilité du composé, le nom de fluide désérent, ou qui transporte. Ainsi dans ce système, le feu est le fluide désérent de la vapeur aqueuse, & l'eau la matière propre; & je nommai alors fluide désérent électrique ce fluide qui produit l'expansibilité du fluide électrique, & la matière électrique, celle qui, avec son fluide désérent compose le fluide électrique. C'est ce que j'ai détaillé dans la Sect 1, du Chap. III des Idées sur la météorologie intitulée, des analogies & différences du fluide électrique & de la vapeur aqueuse.

357. Dans le cours de mes expériences sur cet objet, je découvris un phénomène qui avoit été observé par d'autres

manifeste clairement cette composition du fluide électrique, & qui résout plusieurs difficultés dans la théorie de M. Volta, résultantes de ce que, n'ayant point assigné de cause, & seulement fixé des lois, celles-ci ne s'étendent pas à tous les phénomènes électriques. C'est à quoi l'on est toujours exposé, quand on ne réduit les phénomènes que sous la forme de lois; car celles-ci ne peuvent embrasser que les phénomènes connus; au lieu que les causes de ces lois peuvent faire découvrir de nouveaux phénomènes. Le fait que j'ai découvert alors, est celui-ci: ~~que~~ C'est la matière électrique seule, qui par sa plus ou moins grande quantité dans les balles de nos électroscopes, comparativement à l'air & au Sol, ~~qui~~ produit la divergence de ces balles, & ~~que~~ le fluide électrique n'y a d'autre part, que pour transporter dans les balles, ou en enlever, de la matière électrique, suivant les circonstances. J'ai rapporté dans l'ouvrage déjà cité, Traité sur le fluide électro-galvanique, plusieurs expériences dans lesquelles, par une certaine combinaison d'influences sur une paire de balles, quoi qu'on fût certain, par les opérations faites sur l'appareil, qu'elles divergent comme étant positives, ou negatives, on pouvoit les toucher du doigt, & les mettre ainsi en communication avec le Sol, sans faire cesser leur divergence.

358. Dans cette expérience, l'influence sur les balles étoit produite par deux disques métalliques isolés, placés verticalement, entre lesquels les balles divergent quand elles avoient été électrisées: lorsqu'elles étoient positives, leur approche augmen-
toit la force expansive du fluide électrique dans les disques;

Si alors on les touche, ~~et~~ ^{alors} on leur enlève de ce fluide, ~~et~~
devenant negatifs, les balles tendroient fort vers eux, & les
auroient frappés, si elles n'en eussent été empêchées par une bride.
Or les disques leur enlèvent alors du fluide d'éseren, leur matière
électrique n'aoir pas plus de force expansive que celle du Sol, de
- sorte qu'on ne leur en enlève point quoiqu'on les touche, soit
avec le doigt, soit avec une baguette métallique, ce qui les mettoit
en communication directe avec le Sol; elle continue donc à diver
-ger. Lorsqu'elles étoient negatives, leur approche des disques,
y diminuant la force expansive du fluide électrique, si on les tou-
- choit alors ^{les disques} ils devenoient positifs, & les balles les auroient frappé-
- sés sans leurs brides: elles continueroient donc à diverger comme
negatives; mais le fluide d'éseren des disques positifs donnant
plus de force expansive à leur matière électrique, elle en aoir
autant que le fluide électrique du Sol, qui ainsi ne pouvoit pas
leur en fournir, quoiqu'on les touche en cet état; elle con-
- tinueroit donc à diverger, comme ayant moins de matière
électrique que le fluide électrique du Sol. Ces expériences
inverses démontrent donc le fait énoncé ci-dessus, qui
devient fondamental dans les phénomènes électriques; ~~et~~
~~donc d'électricité~~ que la divergence des balles de nos électro-
-scopes en plus & en moins, ne concerne pas tout le
fluide électrique, mais seulement une de ses parties
constituantes, la matière électrique; ce qui lève plusieurs
difficultés qui demeureroient dans cette science, non seule-
- ment dans la théorie du D^r Franklin mais même après
la correction dans le système de M. Volta; parce que la
théorie ne consistoit que dans des lois, sans expression de
causes. Or celles-ci répandront plus lumière sur de très-
- grands

phénomènes électriques que cet habile physicien a manifesté par deux appareils de son invention, auxquels je viens maintenant.

Article XXXII. Application de la Théorie de Volta

aux effets de l'Electrophore & du Condensateur.

359. Dans le 1^{er} Vol. de mes Idées sur la Météorologie, Bartoli j'ai décrit un grand nombre d'expériences faites avec les nouveaux appareils que j'avois commencé de construire sous la direction de M. Volta, & que successivement j'ai beaucoup augmenté pour des expériences particulières. Je fis ces expériences sur le Tableau magique, mais en échangeant la construction de Tableau magique ordinaire avoir, pour l'analyse de la charge & décharge, le même défaut que la bouteille de Leyde : les feuilles d'étain aux deux côtés de la surface du verre lui étant fixées avec de la colle, on ne pouvoit distinguer les modifications qu'elles éprouvoient, d'avec celles des surfaces du verre; ni s'assurer si celles-ci retenoient, ou non, quelque partie de leur modification dans une décharge complète, & si elles les conservoient quelque temps; ce qui étoit nécessaire pour analyser complètement les phénomènes des deux appareils, & en particulier du tableau magique & des nouveaux appareils de M. Volta; ce que je fis de la manière suivante.

360. Au lieu de feuilles d'étain appliquées aux côtés de divers tableaux magiques que je me proposois d'essayer, j'employai des disques de laiton, plats d'un côté, mais avec un rebord tourné du côté opposé, pour empêcher la dissipation du fluide électrique. Ces disques de 8 pouces de diamètre, étoient portés par l'extrémité courbée à angle droit d'un

piédestal de verre, qui avoit à son pied un moyen de rendre les disques parfaitement verticaux, pour qu'ils passent l'application aux divers tableaux magiques suspendus dans cette situation. Enfin, sur la partie recourbée du pied de verre, étoient placés des électromètres en communication avec les disques, qui indiquoient les états électriques de ceux-ci. Je décrirai dans la suite ces Electromètres, que j'avois réussi de rendre comparables; ce qui manquait auvri dans toutes les expériences électriques; je dirai seulement ici, qu'ils n'avoient qu'une balle mobile, & que celle-ci étoit d'argent, mais creuse & très-légère.

361. Avec ces appareils, je démontrai que la Théorie de Volta concernant les influences, s'étend à tous les phénomènes électriques que nous pouvons produire, & en particulier à ceux des instruments inventés par cet illustre électricien, l'Electrophore & le Condensateur, mais en y joignant la connoissance des modifications que retiennent les deux surfaces du tableau magique après une décharge complète. A cet égard je montrai d'abord, que presque tous les effets de la charge, restent aux surfaces du verre, l'une qui a acquis, l'autre qui a perdu proportionnellement du fluide électrique quand elle communique avec le Sol. Lors qu'avant la décharge, je retirois les disques, leurs électromètres indiquoient les modifications qu'ils avoient éprouvées eux-mêmes & qu'ils reconnoissent; mais quand je les avois touchés l'un & l'autre pour les réduire à l'état du Sol, les électromètres menant alors au contact du tableau, si je les touchois simultanément, j'éprouvois une commotion presque aussi forte qu'auparavant; ce qui se répétoit plusieurs fois. Je pouvois cependant décharger le tableau sans commotion, en touchant alternativement les disques, toujours appliqués au tableau, jusqu'à ce que leurs électromètres montraient qu'ils étoient arrivés à-peu-près à l'état

du Sol ; je dis à-peu-près, parce qu'on verra dans la suite les effets que produisent pendant long-temps les modifications conservées par les surfaces du verre, malgré ces contacts réitérés ; & qui rend alors le tableau magique un double Electrophore. Mais je dois parler d'abord de cet Instrument, tel qu'il a été inventé par M. Volta.

Article XXXIII. Application plus particulière
de cette Théorie à l'Electrophore.

362. Cet Instrument est assez connu, mais je dois en donner ici une idée générale, pour y appliquer la théorie, par laquelle est confirmée par l'état où demeure le Tableau magique après la décharge. L'Electrophore tel que l'a inventé M. Volta est composé d'une plaque métallique couverte d'une substance résineuse. Cette substance, ^{(perd du fluide électrique ;} quand on la frotte, ⁾ mais pour qu'elle en perde une quantité dont résulte un effet sensible il faut, tandis qu'on la frotte, poser son côté métallique ou sur la main ou sur une table, pour que Sol, rendant du fluide électrique à ce côté, la surface résineuse puisse en céder davantage au corps qui la frotte, & devenir ainsi plus fortement negative. Or si l'on pose sur elle un disque métallique ayant un tige isolante fixée à son centre, le fluide électrique de ce disque perdant de son fluide désireux sur cette surface negative, n'est plus en équilibre avec celui du Sol. Si donc on approche le doigt du disque, il en part une étincelle sur celui-ci ; ce qui met l'Electrophore & son disque en équilibre avec le Sol. Mais cet équilibre ne subsiste que tandis qu'ils sont réunis ; car quand on enlève le disque par son manche isolant, il retient tout le fluide électrique qui s'étoit

condensé sur lui tandis qu'il étoit joint à la surface negative, lequel, reprenant dans l'air le fluide d'électricité qu'il perdoit dans cette association, & proportionnellement à la matière électrique qui s'y étoit condensée, il rend (par une étincelle) à tout corps qui l'approche, le fluide électrique surabondant qu'il avoit acquis étant sur la surface negative, en li touchant.

363. Cet Instrument est donc, comme l'exprime le nom que lui a donné son ingénieux inventeur, une Source inépuisable de fluide électrique, puisque lorsqu'il est affaibli, il suffit de le frotter de nouveau. Avec un Electrophore assez grand, on peut, en répétant les étincelles sur un bouteille de Leyde, la mettre en état de donner une forte commotion.

364. Cet effet est produit par la propriété des surfaces non-conductrices, de ne pas changer entièrement d'état électrique par le simple contact d'un corps conducteur; elles retiennent longtemps une petite partie des modifications qu'elles ont éprouvées, & elle agissent par l'influence de cette petite quantité. Or c'est ce qu'on observe aussi après la décharge du Tableau magique, de la manière ^{que j'en ai} construite, avec les disques qu'on peut en séparer, au lieu des feuilles d'étain collées sur lui; & même il fournit un double Electrophore: l'un des côtés produit l'Electrophore de Volta, & l'autre un Electrophore invariable. — Lorsqu'après avoir déchargé un Tableau, j'applique mes deux disques à ses côtés, & que je les y touche simultanément, ce qui fait tomber les balles de leurs électromètres; si alors j'écarte les disques, & chacun de leurs électromètres donne des signes électriques très-forts. — Au côté qui a perdu du fluide, c'est l'Electrophore de Volta; si je ~~touche~~ ^{touche} le disque tandis qu'il est appliqué de ce côté-là, mon doigt lui donne du fluide électrique, il se trouve fortement positif quand j'en l'en sépare. Mais au côté qui a reçu le fluide électrique, le fluide d'électricité

de la petite quantité de matière électrique qui reste attachée à la lame de verre donnant plus d'expansibilité au fluide électrique du disque, si je touche alors, il perd du fluide électrique dans le Sol par mon doigt, & quand je le sépare il en fortifie negatif.

365. Ces phénomènes, beaucoup plus détaillés dans mon Ouvrage, Idées sur la Météorologie, joints à ceux de l'autre Instrument inventé par M. Volta que je vais décrire, fournissent, par le moyen de mes Disques séparés, l'analyse des plus importants phénomènes électriques, & manifeste en même temps tous les effets du fluide électrique, qui seul peut en donner la solution.

Article XXXIV. Application de la Théorie de Volta,
à un autre Instrument de son invention, qu'il
a nommé Condensateur.

366. Cet Instrument n'est pas moins intéressant que l'Electrophore, & même, par la manière dont j'en ai suivi les effets, il montre plus clairement la marche des influences électriques. M. Volta me fit voir ces effets à Londres en 1782, & ils furent la principale objet d'un Mémoire qu'il présenta à la Société royale cette année-là.

367. Ces effets, dans la construction originale de M. Volta sont produits en couvrant un disque métallique, en communication avec le Sol, d'une lame de substance lentement conductrice: il employoit du talc & du cire; mais j'ai produit les mêmes effets par des lames de bois bien sec, & même des lames de marbre en ce même état. On place sur cette lame une autre disque métallique ayant un manche isolé dans son centre, comme celui de l'Electrophore. En appliquant à ce disque une petite source de fluide électrique, mais qui puisse en fournir long-temps, lorsqu'on enlève le disque, il s'y trouve accumulée une quantité de fluide électrique capable de donner une étincelle. La méthode que j'ai employée pour analyser les phénomènes de cet instrument est décrite à la p. 382, du 1^{er} Vol. de mes Idées sur la Météorologie.

Je suspendois verticalement les diverses lames de substances lentes conductrices, en les isolant, & j'appliquois à leurs côtés opposés mes deux disques avec leurs électromètres. Je nommerai A, le disque destiné à recevoir le fluide électrique procédant d'une fort petite source, mais qui peut en fournir longtemps, & B, le disque destiné à communiquer avec le Sol. M. Volta m'avoir donné pour exemple d'une telle Source l'électricité atmosphérique qui, dans un temps où elle ne se manifeste par aucun signe immédiat d'un conducteur élevé, peut être condensée par cet instrument au point de produire des étincelles. Mais peu d'électriciens étant à portée de faire cette expérience, M. Volta m'en indiqua une autre, qui est d'employer une bouteille de Leyde, après l'avoir déchargée à la manière ordinaire; & parce qu'elle conserve longtemps la faculté de faire mouvoir de petits électroscopes. Dans les expériences suivantes, je considérerai toujours cette petite source comme positive.

368. Lorsqu'on applique au Disque A le bouton d'une bouteille dans cet état, sans que le Disque B communique avec le Sol, la différence d'état électrique entre le bouton & la lame lentes conductrice n'est pas assez grande pour qu'il passe du fluide électrique à celle-ci, qui résiste un peu à en recevoir; de sorte que lorsqu'on retire le Disque A, on n'aperçoit aucun changement dans cette lame. Mais le fluide électrique de cette petite quantité de fluide électrique traverse la lame, & si le Disque B est en communication avec le Sol, ce fluide électrique ^{fait} ^{dan, celui-ci} retirer des quantités de fluide électrique à-peu-près égales à celles qui reçoivent successivement le Disque A. Ainsi le bouton de la bouteille continue de donner ces petites quantités successives de fluide électrique au Disque A, & d'en faire perdre par le Disque B dans le Sol, jusqu'à ce que fluide soit arrivé sur le Disque A (malgré —

l'influence de l'autre Disque) au même degré d'expansibilité que dans le bouton de la Bouteille. Ainsi par exemple, en employant une Bouteille déchargée au point qu'en la tenant dans la main, elle ne produise qu'un très-petit mouvement dans les balles de moule d'un petit électroscope, si je l'applique au Disque A, tandis que le Disque B est en communication avec le Sol, & que je l'y laisse assez longtemps pour que toute l'influence successive soit produite, en ôtant la communication du Disque B avec le Sol & écartant les deux Disques, leurs balles d'argent s'élèvent beaucoup, l'une positive au côté A, l'autre négative au côté B.

369. Une vérification intéressante de ces effets des influences peut se faire, en ramenant plusieurs fois les deux Disques contre la lame lentement conductrice : à mesure qu'ils s'en approchent, les balles des deux électromètres s'abaissent, & leurs états opposés se détruisent mutuellement s'ils ne viennent s'appliquer contre cette lame ; mais là, leur influence l'une sur l'autre renouvelle son effet, la différence de force expansive de leur fluide électrique devient si petite, qu'elle ne peut pas surmonter la résistance de la lame qui sépare les disques.

370. Le premier Condensateur, qui fait tant d'honneur au génie de M. Volta, avoit cependant un défaut imprévu : après un certain nombre d'opérations, la lame qui séparoit les deux disques venoit un petit degré d'électrisation de l'une ou de l'autre espèce, suivant que les disques lui avoient été plus intimement appliqués d'un côté ou de l'autre ; de sorte qu'elle influoit irrégulièrement sur les résultats des opérations suivantes ; mais ce défaut a été corrigé dans un autre Condensateur dont je vais parler.

Article XXXV. Condensateur de M. Cavallo

371. Feu M. Liborio Cavallo, ami de M. Volta & avec qui j'ai eu le plaisir d'être lié à Londres, a inventé un Condensateur dans lequel l'influence d'un disque sur l'autre ne s'exerce qu'au-travers de l'air, sans interposition de cette lame qui enfin étoit affectée elle-même. La petite source de fluide électrique est appliquée à un Disque de métal isolé,

« Son influence s'exerce, sur un disque communiquant avec le sol, au-
travers d'une lame d'air très-mince ; car les deux disques, bien parallèles,
sont tenus à une distance excédant peu l'épaisseur d'une carte à jouer.
Le Disque ^{qui} communique avec le sol est retiré, celui auquel la
petite source étoit appliquée indique, par un électromètre qui lui com-
munique, la quantité de fluide électrique qui s'est condensé sur lui. Cette
construction du Condensateur montre une profonde connaissance de l'essen-
des influences électriques, & j'en ai appliqué le principe à la construction
d'un Condensateur pour des expériences particulières auxquelles je
viendra dans la suite ; mais auparavant je vais traiter d'un objet
plus général, qui se lie à toutes les parties de l'Électricité.

Article XXXVI. D'un Électromètre comparable.

372. Dans le long cours de mes expériences sur l'Électricité, j'avois
toujours senti le besoin de quelque Électromètre, si non absolu, du-
moins comparable ; afin que les Électriciens pussent s'entendre
entière, soit dans les expériences qu'ils publioient, soit dans les
phénomènes qu'ils avoient observés. Après avoir réfléchi long-temps
sur cet objet, je ne vis aucun moyen purement physique de produire
un tel électromètre, & je pensai qu'il falloir y ajouter quelque moyen
mécanique dont les physiciens conviennent entière, mais si exac-
tement défini, que les faiseurs d'Instruments de physique puissent
l'imiter partout : & comme il falloit que quelqu'un le proposât, je
me déterminai de tenter de construire un Instrument qui eût cette
propriété, pour exciter du moins d'autres Électriciens à le perfectionner.

373. C'est à l'objet de la Sect. IX, du Chap. III, Partie II, de
mes Idées sur la Météorologie : à la pp. 386 du 1^{er} Volume, où cet
Électromètre est représenté dans la Pl. 1, Figure 1. à la moitié des
dimensions de l'Original. L'état électrique des Corps auxquels on

applique cet Electrometre est aussi mesuré par divergence; mais une seule balle est mobile, & elle s'écarte d'une balle fixe. Il falloit empêcher la dissipation du fluide électrique dans cet Electrometre; ~~car~~ comme il arrive dans les electroscopes de feuilles d'or ou de balles de moëlle de sureau, qui ne peuvent mesurer que de petits degrés d'électrisation; je voulus donc employer des balles métalliques d'un diamètre égal au boutton de la boutille de Leyde que j'emploierois à ces expériences. J'obtins d'un orfèvre des balles d'argent creuses de la grosseur de ce boutton, que je tournais ensuite pour les rendre d'un poids égal. Ces balles ont 7 lig. de France de diamètre, & quand elles sont finies elles pèsent $24\frac{1}{2}$ grains du poids de mark.

374. Pour que ^{ce fût} la balle seule qui eût de l'influence sur l'appareil, & que la position ne pût changer par la faiblesse d'un fil métallique mince, j'avois fait solder à chaque balle un petit tube, pour recevoir un tuyau de paille, qui est collé dans le petit tube d'argent. L'Echelle est de bois couvert de papier, sur lequel elle ^{est} tracée; c'est une portion de cercle de 4 pouces de rayon; elle ^{est} portée par une baguette de verre, & ^(par des influences réciproques) située de manière que la balle y parcourt des degrés égaux par égales quantités de fluide électrique, ^{ce dont j'ai expliqué la cause;} le tuyau de paille seul passe devant cette échelle à une distance déterminée, & la balle passe un peu au-dessus, aussi d'une quantité déterminée.

375. Quand j'eus commencé de construire le premier de ces Electrometres, j'éprouvai que quoique la balle d'argent eût été rendue aussi légère qu'il eût été possible, elle étoit encore trop pesante; ne faisant qu'un petit mouvement par une étincelle de la

bouteille de Leyde que j'employois. Il me vint alors à l'esprit un moyen de diminuer la résistance de cette balle au mouvement angulaire, en plaçant, au-dessus des pivots sur lesquels elle se mouvait & dans le haut de son tuyau de paille, une sorte de contrepois, formé d'une boule de cire d'Espagne portée par une baguette de verre. Je conçus, dis-je, que ce contrepois tendant à s'abaisser lorsque la balle d'argent tendroit à s' dans le même plan & sur les mêmes pivots, le contrepois diminuerait la résistance de la balle à ce mouvement. J'exécutai ce plan & il réussit.

376. J'ai décrit, à la p. 397, tous les procédés qui regardent la construction de ce que j'ai nommé Lendule électrométrique fondamental : sa forme est représentée de grandeur naturelle dans la Fig. 3 de la Pl. 1. J'ai aussi représenté dans la Fig. 6, la manière de déterminer exactement la résistance au mouvement qui demeurait à la balle d'argent avec son contrepois : Sans le contrepois, la résistance de cette balle est, comme je l'ai dit, égale à $24\frac{1}{2}$ grains du poids de marc de France ; & le contrepois la réduit à celle de $6\frac{1}{8}$ grains du même poids, équiv. à $7\frac{1}{2}$ grains du poids anglois. Je fis alors plusieurs de ces Electromètres, & je les appliquai ensemble à un de mes Disques isolés, pour m'assurer s'ils étoient véritablement comparables. Or quand je donnois une étincelle à ce Disque avec la bouteille de Leyde, tous ces Electromètres divergoient également.

377. La construction d'un Electromètre comparable étant obtenue, j'eus le moyen, comme je l'ai dit, de l'adapter aux Disques isolés avec lesquels j'ai fait mes principales expériences ; mais voulant en suivre tous les pas sans que la balle mobile dépassât l'échelle, je ne pouvois employer toute la charge de ma bouteille de Leyde, quoique le diamètre de mes balles fût le même que celui de son boulton. Quand la balle mobile dépassoit le 45° degré de son échelle,

il en portoit une aigrette & elle reculoit. Je réduisois donc la charge de la boukille un peu au-dessous de ce point, en touchant un instant la tige de son bouton en la tenant dans la main, jusqu'à ce qu'elle ne fit élever la balle mobile qu'à 45 degrés, tout au plus.

378. Ce premier Electromètre ne pouvoit donc être employé, ni pour de plus grands ni pour de plus petits degrés d'électrisation que l'étendue de son échelle, ce qui en resserroit trop l'usage, & à en avoir probablement fait considérer comme la simple solution d'un problème électrique, de peu d'usage pour la pratique. Je m'occupois donc des moyens d'obtenir des electromètres toujours comparables, pour de plus grands & de plus petits degrés d'électrisation, & y étant parvenu, je nommai l'un Megamètre & l'autre Micromètre, la description de ces deux Instruments commence à la p. 410 du 1^{er} Vol. de mes Idées sur la Météorologie.

379. Pour le Megamètre, j'obtins d'un fabricant d'Instruments de physique à Londres des boules de laiton creuses de 3 lignes de diamètre, qui étoient très-légères. Je montai ces boules de la même manière que les balles de l'Electromètre fondamental, rendant l'une fixe, & l'autre mobile portant aussi un contre-poids formé d'une boule de cire d'Espagne. J'avis jugé à-peu-près de quelle grosseur devoit être cette boule & la longueur de la baguette de verre qui devoit la porter; cette baguette passoit au-travers de la boule de cire avec un peu de frottement; je pouvois donc allonger ou accourcir ce contre-poids, & par le battonnement, j'arrivois au point que ce Megamètre appliqué à un même corps électrisé que l'Electromètre fondamental, indiquoit 1 degré, tandis que celui-ci en indiquoit 40. Ainsi les degrés du Megamètre étoient décuplés de ceux de l'Electromètre fondamental.

380. J'ai rendu compte, dans la même partie de mon Ouvrage, d'expériences intéressantes que j'ai faites sur la Machine électrique avec ce Mégamètre. C'est le frottement exercé sur le verre de cette Machine qui en produit les effets; il enlève du fluide électrique au frottoir, & le verre le transporte au premier conducteur. Or la marche de ces effets est rendue sensible par le Mégamètre, soit au frottoir isolé, quand le premier conducteur communique avec le Sol; soit à celui-ci isolé, quand le frottoir communique avec le Sol: l'influence de l'air, qui tend sans cesse à diminuer ces effets, produit des balancements continuels dans la balle du Mégamètre. Mais quand le frottoir & le premier conducteur communiquent l'un & l'autre avec le Sol; ce qui n'empêche pas le fluide électrique de monter dans le frottoir; comme il redescend en même temps dans le Sol par le premier conducteur, la balle du Mégamètre ne fait aucun mouvement. On peut donc comparer la machine électrique en cet état, à une pompe, qui tireroit de l'eau d'un puits & la verseroit dans le même puits; cette eau passeroit aussi sans effet.

381. Je viens à des Micromètres électriques, dont la description commence à la p. 406 du premier Volume des Idées sur la Méthode chronologique. Dans une introduction à ce sujet, j'ai montré la nécessité d'avoir de ces micromètres pour déterminer le degré d'électrification de petits corps, comme il faut de très-petits thermomètres pour déterminer la température de petites masses de liquide; parce que si l'instrument a une masse sensible, il modifie trop l'état du corps auquel on l'applique.

382. J'ai représenté un de ces micromètres dans la fig. 8 de la Pl. I, ils sont faits de brins de gramin très-minces, auxquels j'ai trouvé la propriété de conserver leur forme quand on les a rendus bien droits. Ces brins, dans le micromètre, ont à leur extrémité une goutte de cire d'Espagne, pour empêcher la dissipation du fluide électrique; ils sont montés de la même manière que l'Electromètre fondamental; une branche est immobile; - l'autre est médiale sur des pivots très-fins, ayant au-dessus des pivots un contre-poids formé d'une boule de cire proportionnée à ^{leur} poids. Enfin, ^{chacun de ces micromètres,} il a aussi une échelle graduée, & par le moyen du contre-poids j'en rends les degrés des parties aliquotes de ceux de l'Electromètre fondamental.

383. Après avoir fait un premier de ces Micromètres qui, appliqué à un même Corps que l'Electromètre fondamental, indiquoit 40 degrés tandis que l'autre n'indiquoit que 4 degrés; Je vis la possibilité d'en faire un plus petit encore: celui-ci fut très-difficile à construire; cependant j'y parvins, & l'ajustant aussi par son contre-poids, il marquoit 40 degrés, tandis que le premier n'indiquoit que 4 degrés. Ainsi les degrés de ce second Micromètre ne sont que des centièmes de l'Electromètre fondamental, & par conséquent des millièmes de ceux du Megamètre; & dans cette gradation, la comparabilité se maintient, puisque les degrés sont toujours des parties aliquotes exactes les uns des autres.

384. Tous les détails dans lesquels je viens d'entrer sur une vraie Electrométrie; si importante pour la connoissance du fluide électrique lui-même, qui se lie à presque toutes les branches de la Physique, ont été publiés en 1786 dans mon Ouvrage Wées sur la Mééorologie, non seulement à Londres, mais à Paris par la Veuve Decherne. Je crois donc qu'il me sera permis —

28 ans après, de conigner la remarque suivante dans cette Histoire,
comme un exemple de ce que j'ai dit dans son Introduction.

385. On ne ^{trouve} à ma connoissance, dans les Ouvrages des Electriciens, qui ont écrit dès lors, aucune mention, ni usage, de cette vraie Electrométrie ; ce dont je serois plus étonné, si je n'avois remarqué depuis longtems que la plupart des Physiciens, entraînés par le premier objet auquel ils se sont voués, l'ont presque uniquement en vue : ils s'attachent à étendre cette branche de la Physique jusqu'à ses plus petits rameaux, & ils négligent d'y remonter pour voir si ces branches, telles qu'ils les ont déterminées, s'unissent à leur Tronc dans la Nature ; ce qui prévient bien des erreurs, comme je l'ai montré dans cette Histoire. Je vais donner une autre exemple de cette inadvertence du public.

Article XXXVII. Petits Instrumens
pour les Expériences électriques.

386. Mes premiers Appareils électriques, tels que je les ai décrits dans mes Idees sur la Meteorologie, étoient assez grands, étoient trop dispendieux pour plusieurs Physiciens ; il étoit même difficile de les obtenir des faiseurs d'Instrumens, quoi qu'on s'adressât à ceux que j'avois dirigés dans leur exécution ; parce qu'il auroit fallu que je les dirigeasse encore, ce dont je n'avois pas le tems : tellement qu'il n'existoit, outre ceux dont j'avois fait usage, qu'un assortiment que M. Van Marum, célèbre Electricien de Hartem, avoit désiré que je fisse construire pour lui.

387. Mais étant à Berlin dans l'année 1799, j'y trouvai un faiseur d'Instrumens françois, très-intelligent & très-adroit, qui avoit étudié à Paris mes Ouvrages sur la Construction du

Baromètre & du Thermomètre, & qui en faisant la profession, les construisoit bien mieux que je ne l'avois fait moi-même: Il avoit inventé, à l'égard du Thermomètre, la construction la plus importante pour les opérations chimiques dans les liquides; c'est un thermomètre dont l'échelle est dans un petit tube de verre, & qui peut être ainsi plongé tout entier dans les liquides où il se passe des décompositions & compositions, par des opérations chimiques qui produisent ou diminution ou augmentation dans la chaleur: Il me dit que les Chimistes de Paris pour qui il travailloit, lui ayant exprimé le besoin d'un thermomètre fort sensible, qui pût être plongé en entier dans les liquides; parce que la boule seule ne pouvoit indiquer que les changements de chaleur de la surface, il avoit imaginé cette construction, & qu'il en avoit vendu beaucoup à Paris. Or c'est encore, pour le dire en passant, un exemple de l'indifférence de la plupart des physiciens pour ce qu'ils n'ont pas imaginé; j'ai apporté un de ces thermomètres à Londres; je l'ai montré à nombre de physiciens & de faiseurs d'Instruments; cependant j'ai lieu de croire que le mien est encore le seul en Angleterre.

388. Cet habile Ouvrier ayant appris que j'étois à Berlin, vint me voir, & m'invita d'aller chez lui. Là, voyant tous les produits de son génie & de son adresse, il me vint à l'esprit de lui proposer d'exécuter, sous ma direction, de petits instruments électriques semblables aux grands que j'avois employés à Londres, que ^{je} jugeai pouvoir être réduits au quart de leur grandeur; ce qui fut exécuté. Ayant repris alors des expériences électriques avec ces petits instruments, je les fis en présence d'un Electricien très-éclairé, M. la Roche Erman, dont j'aurai occasion de parler dans la suite. ^{Avec} un aide aussi habile, & la dépense de ces petits Instruments,

étant peu considérable, je les multipliai par de nouvelles expériences; cependant ils furent tous renfermés dans une boîte de $13\frac{1}{2}$ pouces anglois de longueur, $6\frac{1}{2}$ de largeur & $2\frac{1}{2}$ de hauteur. Dès qu'ils furent connus, il en eut plusieurs ordres; mais sans l'obliger de quitter Berlin & de retourner dans son pays natal, où il mourut peu de temps après: cependant il construisit plusieurs de ces appareils, dont un alla à Paris, quelques uns restèrent en Allemagne, & j'en apportai un à Londres.

389. Les Instruments sont décrits, avec nombre de figures pour indiquer les Appareils qu'ils servent à construire, dans l'Ouvrage en 2 Volumes sous le titre de Traité élémentaire sur le Fluide électrique - Galvanique, que j'envoyai de Berlin à Paris en 1803 & qui y fut publié: j'y donnai ce titre, parce que j'eus occasion d'y démontrer, contre l'opinion de quelques physiciens de ce temps-là, que le fluide qui produit des effets si étonnans dans la Pile galvanique de Volta, est le fluide électrique lui-même, modifié d'une manière que j'ai définie, & à laquelle je viendrai dans un des Articles suivans,

390. Au nombre des petits appareils renfermés dans la boîte dont j'ai donné ci-dessus les dimensions, sont deux plaques de verre de $3\frac{1}{2}$ pouces en carré, servant tour-à-tour de Tableau magique, d'Electrophore & de Condensateur, les deux disques de laiton isolés qui s'appliquent à ces plaques, ont 2 pouces de diamètre, & portent des electromites: les plaques peuvent être suspendues verticalement dans un état isolé. La boîte renferme divers autres electroscopes séparés pour des expériences particulières. Dans cet Ouvrage j'ai décrit un grand nombre d'expériences électriques, absolument

nouvelles qu'on peut faire avec ces petits Instruments, pour démon-
 trer les effets des influences électriques dans toutes leurs modi-
 fications.

391. A mon retour en Angleterre avec une boîte de ces petits
 Instruments, je fis plusieurs fois ces expériences en présence de physici-
 ens éclairés, & en particulier d'un Faiseur d'Instruments de
 physique; ils furent tous étonnés de voir qu'on pouvoit y démon-
 trer les effets distincts du fluide de l'air & de la matière électrique
 tels que je les leur expliquois successivement, en arrangeant les
 appareils qui devoient les produire. Le Faiseur d'Instruments
 en particulier, très-bon Electricien lui-même, & qui fabriquoit
 beaucoup de Machines électriques & d'autres appareils de ce
 genre, fut si frappé de voir expliqués les effets de tous ses
 propres instruments, qu'il me pria de le diriger pour la cons-
 truction des miens; ce que j'entrepris par amitié pour lui
 & pour le bien de la Science; & il en commença l'exécution;
 mais voyant la froideur des physiciens, tant pour étudier
 ces nouveaux phénomènes électriques, que pour acquiescer à
 Instruments, quoiqu'il se réduits à un prix très-moderé, il renon-
 ça à ce projet.

392. Voilà, dis-je, un nouvel exemple de ce que j'ai dit
 dans l'Introduction à cette Histoire, que la plupart des
 physiciens qui ont eux-mêmes des vues, ne font que très-peu
 d'attention à celles des autres physiciens. Cependant les per-
 sonnes ^{comprendront sans doute,} attentives ~~doivent comprendre~~ que tous les effets phy-
 siques que nous observons, doivent avoir des causes phy-
siques. Or la plupart de ces causes ^{étant} sont invisibles pour
 nous, nous ne pouvons être certains de les avoir bien déterminés,

jusqu'à ce que nous les ayons vu se lier les unes aux autres dans les phénomènes. Le fluide électrique en particulier, invi-
isible lui-même dans l'air, est évidemment lié avec un grand nombre de phénomènes sur notre globe; ainsi tout ce qui le concerne doit être un objet de grande attention pour les physiciens. C'est ce qui paroîtra de plus en plus en considérant ce fluide sous d'autres points de vue. Pour cet effet, je retournerai d'abord aux phénomènes que j'ai décrits dans l'Article XIV, sur la lumière qui paroît au haut de quelques Baromètres quand on y fait balancer le mercure; & ici ce sera pour déterminer un point important, concernant les mouvements du fluide électrique dans l'Atmosphère.

Article XXXVIII. Le vide complet n'est pas
conducteur du Fluide électrique.

393. J'ai dit dans l'Article auquel je renvoie ci-dessus, que dans mes expériences, faites à Genève, lorsque j'observois de la lumière au haut de mes baromètres, en y produisant des balan-
cemens du mercure, si j'y faisois bouillir le mercure de la manière que j'ai expliquée, ils cesseroient d'être lumineux; ce qui étoient contraire à l'expérience citée de M. de Tey, dont je montrai les défauts. Ce phénomène imprévu me frappa beaucoup, & y ayant réfléchi, je vins à conclure, que la friction du mercure contre le verre produisoit le dégagement d'une certaine quantité de fluide électrique, puisqu'il paroissoit au haut des baromètres où le mercure n'avoit pas bouilli convenablement: mais qu'après cette opération, qui chassoit tout l'air ainsi que la vapeur aqueuse, le vide alors étoit complet, cessoit d'être conducteur, & que si la friction en étoit déjà ^{du fluide électrique,} il ne se manifestoit par aucun signe.

394. Lorsque je fus de retour en Angleterre après mon séjour à Berlin, j'eus connoissance avec plusieurs Electriciens célèbres, - entr'autres avec le D^r. Franklin & M. Walsch: je leur parlai de mon opinion, que le vide complet n'étoit pas conducteur du fluide électrique; & que les phénomènes lumineux manifestés dans les tubes & les bouilles dont on avoit pompé l'air, quand on les app^{ro}choit d'un corps électrisé, étoient produits par la vapeur aqueuse qui restoit dans le vide imparfait. Sans contester mon opinion, ils me proposèrent de la soumettre à l'expérience d'une manière sûre, mais qui me parut très-difficile à exécuter; cependant ils pensèrent que j'en viendrois à bout, par l'habitude que j'avois de faire bouillir le mercure dans des baromètres, & je l'entrepris. Cette expérience fut publiée dans les Trans. phil. de la Société royale de Londres pour 1785, & je l'ai décrite en abrégé à la p. 517 du 1^{er} Vol. de mes Idées sur la Métonologie sous le titre, des facultés conductrices de différents vides; mais je la décrirai ici plus en détail.

395. Nous fîmes courber à la Verrerie un grand tube mince, en forme de siphon, dont les deux branches étoient distantes d'environ 3 pieds. Le commencement de la courbure étoit à environ 2 pouces au-dessus du plus haut point où pouvoit se tenir le baromètre ordinaire; ce qui laissa un grand arc au-dessus de ce point. Nous fîmes lier les deux branches du siphon par des traverses de gros fil de fer, afin de pouvoir le manier sans risque. Nous fîmes aussi fiter sur un table un support de bois, auquel le siphon pouvoit être suspendu avec son arc en haut; enfin nous placâmes

Sur cette table deux gâtaux de poix, sur chacun desquels étoit un vase contenant du mercure, & ces vases étoient situés de manière qu'ils correspondissent aux deux branches du siphon quand il seroit suspendu.

396. La première opération, quand le siphon fut entièrement rempli de mercure, fut de le redresser & le suspendre de manière que les deux branches plongassent dans les ^{vases} ~~réservoirs~~; ce qui fut fait par le concours de deux personnes, l'une qui tenoit les doigts appuyés sur les extrémités des deux branches, pour empêcher le mercure d'en sortir, jusqu'à ce que l'autre personne eût redressé le siphon en l'élevant à une telle hauteur que les doigts du premier fussent, avant que de les ôter, plongés dans les ^{vases} ~~réservoirs~~. On avoit prévu qu'il y descendroit beaucoup de mercure, & on les avoit placés sur des soucoupes, pour empêcher le mercure de se répandre. Lorsque les deux extrémités furent laissées libres, le mercure se divisa au sommet de l'arc, & il se forma ainsi deux baromètres avec un vide commun; ce qui avoit été le plan de cette expérience.

397. Nous arrangeâmes alors les choses sur la table de manière à pouvoir agir dans l'obscurité, & fermâmes les volets de la chambre, ayant ^{auparavant} préparé une bougie de laide pour donner des étincelles à l'un des vases, tandis que l'autre communiqueroit avec le Sol. A chaque étincelle, l'arc offroit un fort beau spectacle: une lumière violette très-vive l'occupoit entièrement; cette lumière, formant comme des nuages, sembloit avoir un mouvement progressif, ^{passant} du côté positif au côté négatif. Quand on cessoit de donner des étincelles au premier vase,

cette lumière cessoit par degrés, mais dès qu'on donnoit une autre étincelle, on en pouvoit fixer une de l'autre vase, & l'arc lumineux se renouvelloit pour un moment.

398. Il falloit un certain temps pour que je pusse préparer la seconde expérience; ^{c'est-à-dire} ~~faire~~ ^{faire} bouillir le mercure dans ce grand siphon, incertain même si je le pourrois: desorte qu'il fut convenu que ceux qui devroient être le moins de cette expérience, ^{seroient avisés} quand elle seroit prête. Je fis sceller à la lampe l'extrémité d'une des branches; dans laquelle je fis passer d'abord une quantité de mercure qui pût remplir une grande portion de la partie droite, & je fis bouillir cette première quantité. Laisant refroidir le tube à chaque opération, j'y fis successivement passer de nouvelles quantités de mercure jusques dans la courbure, & les y faisois bouillir; le reste alors devint facile. Quand le mercure eut bouilli dans toute cette étendue, je coupai le bout scellé; & à l'aide aussi d'une seconde personne, je redressai le siphon de manière que les deux branches plongèrent dans les réservoirs de mercure lorsqu'il fut suspendu au même support de bois.

399. Un premier phénomène qui surprit M. Walsh, mais auquel je m'attendois, fut, qu'ayant redressé le siphon lentement & sans secousse, le mercure ne se sépara point dans le haut de l'arc; le siphon demeura plein; ce que j'expliquai à M. Walsh. Quand l'air & toute humidité ont été chassés par l'ébullition, le mercure contracte un certain degré d'adhésion au verre, qui exige tous-jours quelque secousse pour le faire descendre. Quand le vide est ainsi formé, quelques particules d'air qui se dégagent du

mercure, y montait, & empêchant une nouvelle adhésion : mais cet effet peut être rétabli sans faire bouillir de nouveau le mercure ; car dans le Baromètre que je portois sur les montagnes, comme il étoit toujours renversé dans le transport, ce peu d'air restoit dans le mercure, & lorsque je le redressois, il falloir toujours frapper le tube pour y faire descendre le mercure. . C'étoit-là un effet intéressant, & comme il pouvoit être détruit en marchant dans la chambre avant que ceux qui devoient être témoins de l'expérience fussent assemblés, j'engageai M. Walsh à la fermer à la clef, & à défendre qu'on y entrât sans la permission. . Il fit alors avertir pour le lendemain, le D^r Franklin & les autres personnes qui devoient assister à l'expérience.

400. Cette compagnie fut d'abord reçue dans une autre chambre, & on les avertit d'entrer tranquillement dans celle où étoit l'appareil, de sorte qu'ils virent ce grand Siphon absolument plein de mercure. Je commençai par frapper de petits coups avec mon doigt contre le haut de l'arc, qui ne firent point séparer le mercure ; il fallut même des coups assez vifs pour qu'il se séparât dans le haut & descendît dans les deux branches.

401. Il se forma donc alors, comme dans la première expérience, deux Baromètres avec un vide commun ; ce qui avoit été l'épreuve à laquelle le D^r Franklin avoit désiré de soumettre mon assertion, que le vide complet n'étoit pas conducteur du fluide électrique. Or cette assertion fut vérifiée, car quand on donnoit des étincelles à l'un des vases avec la bouteille de Leyde, il ne passoit point de fluide électrique à l'autre vase. Tous les assistants furent donc convaincus

de ce fait, si important dans la Météorologie, que le vide toricellien bien fait, le plus complet de tous les vides, duquel nulle pompe pneumatique ne peut approcher, n'est point conducteur du fluide électrique : ce qui confirme le système de M. Volta, expliqué si-devant, sur la cause des mouvements des bâtes électroscopiques.

402. Dans ces dernières expériences chez M. Waltch, il se manifesta un étrange phénomène, décrit à la p. 521 du même Volume des Idées sur la météorologie. Tandis que le vide du grand siphon ne transmettoit point de fluide électrique; fermant les volets de la chambre, si l'on portoit le doigt au haut de la colonne qui le recevoit, on voyoit paraître la lumière au-haut de cette colonne; continuant alors à élever le doigt le long du tube, en l'y appuyant, cette lumière suivroit le doigt, & lorsqu'on arrivoit ainsi vers le haut de la courbure, un torrent lumineux se précipiteroit tout-à-coup dans l'autre branche, & l'on tiroit des étincelles de son vase, pour un peu de temps.

403. Ce phénomène paroît résulter, de ce qu'en passant le doigt sur la surface extérieure du tube, on l'électrise, & on la met dans l'état positif; ce qui produit l'état negatif de la surface intérieure ~~opposée~~ du côté du vide, où le fluide qui abandonne cette surface se répand avec force : or le fluide électrique se decompose toujours dans le vide & répand de la lumière. Cependant ce n'est pas un phénomène uniquement dépendant du vide; car dans la même partie de l'ouvrage cité, je donne divers exemples de courans de fluide électrique à la surface de corps, où il devient lumineux quoiqu'il soit dans l'air. Ce n'est donc ^{le résultat} ~~pas~~ un effet uniquement dépendant

du vide, il doit être occasionné par quelque circonstance dans la composition du fluide électrique, qui produit la décomposition lorsqu'il est transmis le long de la surface de certains corps. Or comme on a déjà pu voir à combien d'égards une connoissance profonde du fluide électrique est importante pour l'avancement de la Physique, j'ai dû rapporter ~~aussi~~ ce dernier phénomène comme pouvant conduire à de nouvelles découvertes. — Mais — l'Article suivant nous mènera plus loin dans l'analyse de ce Fluide, par une modification inattendue.

Article XXXIX. de la Pile galvanique de Volta.

404. Je me trouvais à Berlin en 1799, à la naissance de cet important Appareil, où j'en eus la première connoissance dans une lettre de feu M. Lib. Cavallo; la description qu'il m'en donna fut si exacte, que l'ayant communiquée aux Electriciens de Berlin, il y eut bientôt plus de Piles galvaniques dans cette ville qu'en aucune autre, & les expériences, qui y furent faites, étoient successivement publiées dans les Journaux de Paris. On eut en particulier plusieurs Piles associées, les unes aux autres, ce qui augmentoit les effets, & qui même devint tellement, que j'eus résolu de me vouer à ces expériences.

405. J'avois vu à Londres les premières expériences de M. Galvani, dont le nom avoit été donné à ^{la} Pile, quoi que celle-ci fut de l'invention de Volta: ces expériences furent faites par un des élèves du premier en présence de plusieurs Physiciens, au nombre desquels j'e me trouvais. On sait que ces premières expériences consistoient dans l'effet produit par l'association de deux métaux, principalement argent & zinc, pour

pour exciter des mouvements convulsifs dans les membres d'animaux morts récemment: à quoi l'on employa d'abord des grenouilles, parce que ces mouvements étoient produits dans les jambes de derrière dont l'élasticité les fait nager dans l'eau, si l'on plaçoit une grenouille préparée dans un verre plein d'eau, le contact des deux métaux, l'un appliqué au muscle crural, l'autre à un nerf communiquant avec ce muscle, l'un & l'autre enveloppés de feuille d'étain, la grenouille s'élançoit hors de l'eau. C'est ce premier phénomène que M. Volta, l'un des plus ingénieux physiciens qui aient existé, conçut le moyen d'augmenter sans limite, par l'invention de la Pile, puis qu'elle se peut être augmentée à volonté.

406. L'objet de mes premières expériences fut un doute qui s'éleva entre les physiciens, non seulement à Berlin, mais dans d'autres parties d'Allemagne, sur la nature du fluide qui agissoit dans la Pile. Ceux qui doutoient que ce fût le fluide électrique lui-même, faisoient les trois objections suivantes. — 1. Que ce fluide se manifestoit sans qu'aucun frottement eût précédé. — 2. Que l'isolement n'étoit pas nécessaire pour la conservation de ce fluide dans l'appareil. — Que la Pile produisoit une forte commotion, quoique les électroscopes à feuille d'or n'indiquent qu'une quantité très-petite de ce fluide.

407. J'ai examiné ces objections dans le 11^e Volume de l'ouvrage déjà cité, Traité élémentaire sur le Fluide Electro-Galvanique, commençant à la p. 140. Les phénomènes des influences, que j'ai montrés ad-devant

177

Sous toutes les faces, comme dépendant ~~l'ensemble~~ du fluide ~~différent~~
appartenant ~~l'ensemble~~ au fluide électrique, étoient un critère
sûr dans la recherche de l'analogie des deux fluides. Mais je
n'aurais pu exécuter les expériences que j'avois en vue, si je
n'avois eu l'avantage de faire bientôt une liaison particu-
=lière avec M. Erman, Prof. de Physique expérimentale
dans un des Collèges de Berlin, l'un des physiciens qui
s'étoient le plus occupés de la Pile galvanique, & qui possé-
=doit en même temps un grand nombre d'instruments de
physique, & qui avoit ~~cependant~~ le génie d'en inventer pour de
nouvelles expériences.

408. Ce fut donc avec M. Erman que je pus faire ces
expériences, qui prouvèrent l'identité du fluide de la Pile,
& du fluide électrique manifesté par nos appareils ordi-
=naires, avec une modification que je découvris dans la
suite. Les expériences que nous fîmes pour prouver cette
identité, sont décrites à la p. 142 du Volume cité ci-dessus.
Nous fîmes usage de petits électroscopes à feuille d'or, les mêmes
que j'employai dans les expériences dont je parlerai dans
la suite.

409. J'employai à ces expériences, un des disques isolés des
petits appareils électriques dont j'ai parlé ci-dessus. Nous
fîmes communiquer ce disque au côté positif de la Pile,
mettant le côté opposé en communication avec le Sol. Nous
=cane alors les lames d'or du petit électroscope vis-à-vis du
disque, elles divergèrent, & cette divergence se trouva répugnante
par l'épreuve de la cire d'Espagne frottée. Nous vîmes donc

ainsi que le Disque électrique par l'extrémité positive de la Pile communiquer son fluide électrique au fluide électrique des feuilles d'or, & qu'augmentant la force expansive, il en passe une partie dans la plaque métallique à laquelle ces feuilles étoient suspendues. Ces expériences ne laissent aucun doute que le fluide qui agit dans la Pile ne soit le fluide électrique lui-même.

410. Mais tous les phénomènes de cet Appareil indiquent qu'il ne mettoit en mouvement qu'une très-petite quantité de fluide électrique; la Pile que nous employâmes à ces expériences ne produisoit que de ~~très~~ petits mouvements dans les feuilles d'or de nos électroscopes. Comment donc pouvoit-elle produire la Commotion & l'effet que l'onⁿ a vu produire auparavant que par la bouteille de Leyde ou le Tableau magique. Mais particulièrement on est étonné d'un autre effet ~~qu'on~~ qui n'avait ^{encore été} produit que par la décharge de grandes batteries, & qui a été nommé décomposition de l'eau. Or ces batteries ne le produisent qu'une fois, & il faut les recharger pour qu'elles le produisent de nouveau; au lieu que la Pile le produit constamment; comme je vais l'expliquer ~~ici~~, quoique cela soit bien connu, mais cette explication est nécessaire ici pour les expériences que je rapporterai.

411. Quand on fait communiquer entr'elles les extrémités de la Pile par un tube de verre plein d'eau, aux deux bouts duquel on fait entrer, au-travers d'un bouchon de liège, des fillets métalliques; s'ils sont d'argent ou de laiton, on voit descendre de l'un d'eux une chasse métallique, & de l'autre on voit s'élever de l'air inflammable. Si l'on emploie des fillets de platine,

métal qui ne se calcine pas, on voit des fluides produits à chaque fil; à l'un de fluide qui, avant la nouvelle théorie chimique étoit nommé air-vital, & l'autre air inflammable. Pour la commodité de l'expression, je nommerai ces appareils à gas.

412. Voici donc une différence caractéristique entre le fluide électrique ordinaire & celui de la Pile. Ce contraste me fit penser, que la Pile n'agissoit que par la très-petite quantité de fluide qu'elle mettoit en mouvement elle-même, & que tout celui qu'elle possédait en commun avec les autres corps, étoit étranger à cet effet. J'en ayai ôté du fluide électrique à une Pile, par le côté négalif d'une bouteille de Leyde, & de lui en donner par son côté positif, & je n'appercus aucune différence des effets dans l'appareil à gas. Je communiquai cette observation au Prof. Erman, qui s'offrit de la vérifier en grand: les expériences que nous fîmes chez lui, sont décrites à la p. 233 du même Volume, & je vais les rapporter ici en abrégé.

413. M. Erman avoit alors deux piles de 100 paires chacune & qui étoient réunies, qu'il isola pour ces expériences: Les piles étoient fraîchement montées, & toutes les plaques avoient été nettoyées: un appareil à gas leur étoit appliqué, & il produisoit une si grande quantité d'air inflammable, qu'il avoit fallu tailler une petite ouverture au liège dans le haut, pour que cet air pût sortir: il descendoit en même temps une grande abondance de champs métalliques de l'autre fil; ainsi il ne manquoit rien pour que notre expérience pût être décisive.

L14. M. Erman avoit une machine électrique à deux plaques, qui produisoit de très-grands effets, & qui fut employée à ces expériences; quelqu'un la faisoit mouvoir tandis que nous observions la Pile: notre première opération fut de lui ôter le fluide électrique, en la mettant en communication of le frottoir de la machine, tandis que le premier conducteur étoit en communication avec le Sol; alors, approchant la main de la Pile, il paroit des doigts de longues étincelles, sur elle. Nous mîmes ensuite le premier conducteur de la machine en communication avec la Pile, & le frottoir en communication avec le Sol; en cet état la Pile recevoit tant de fluide électrique, qu'elle produisoit des aigrettes spontanées, par divers points. Durant ces changements nous avions, toujours les yeux fixés sur l'Appareil-à-gaz: or nous n'y vîmes jamais changer sensiblement la production de l'air inflammable.

L15. Cette expérience confirma donc, sous une forme très-importante, ce que tous les phénomènes précédens nous avoient fait conjecturer, que la Pile ne met en mouvement qu'une très-petite partie de fluide électrique qu'elle possède en commun avec les autres corps, & que cette quantité seule, mais modifiée en quelque manière en traversant la Pile, devient capable de produire les effets étonnans de cet Appareil.

L16. Je continue à rapporter dans le même Journal

les expériences que je fis ensuite pour analyser les effets de la Pile, mais je n'en rapporterai non plus que quelques-unes, devant à ~~mon~~ examiner l'hypothèse suivante, que j'avois formée d'après l'ensemble des phénomènes sur l'influence du fluide électrique dans cet Appareil; hypothèse exprimée à la p. 143 en ces termes. " Quand deux métaux convenables sont séparés par une lame de Substance mouillée, comme ils le sont dans la Pile, l'équilibre de force expansive du fluide électrique ne se conserve dans chaque paire que parce que l'un des métaux, que je nommerai A, possède plus de matière électrique que l'autre B, & c'est parce que celui-ci retient plus de fluide électrique (ou que l'autre en perd) dans leur association. Mais la cause qui diminue ainsi la force expansive du fluide électrique sur A comparativement à B, & qui produit l'inégale distribution de la matière électrique entre eux, ne se rapporte qu'à chaque groupe lui-même; tellement que le fluide d'A qui, quoique plus dense que celui de B, est en équilibre avec lui, ne l'est pas avec le fluide électrique de tout corps étranger à ce groupe qui se trouve dans l'état électrique moyen de celui-ci; c'est-à-dire dans l'état électrique de l'air & du Sol: A est positif comparativement à ce corps, & ainsi lui fait passer du fluide électrique & réciproquement, le fluide de B qui, quoique moins dense que celui d'A, est en équilibre avec ce dernier dans chaque groupe, à cause d'une plus grande force expansive, n'est pas en équilibre avec le fluide de ce corps étranger, de sorte qu'il peut en recevoir du fluide. "

417. J'applique alors cette hypothèse à tous les phénomènes de la Pile, & elle y correspond exactement. Chaque groupe

étant comme un corps étranger pour celui qui le précède & celui qui le suit dans la Pile, & celle-ci, comme je le prouve par une expérience directe, étant pour conductrice dans toute la longueur, les effets positifs de ~~chaque~~ tous les groupes s'accumulent à son extrémité A; les effets negatifs à son extrémité B, & les deux effets sont ainsi proportionnels au nombre des groupes; ce que montrent les électroscopes à feuille d'or mis en communication avec les deux extrémités de cet Appareil. Ainsi, quand on établit une communication conductrice entre les deux extrémités de la Pile, l'accumulation du fluide électrique au côté A, ^{les électroscopes} passant sans cesse au côté B, n'indiquent plus rien. On voit dans ce passage, suivant les corps qui produisent la communication, que se manifestent les étonnans effets de la Pile, il me vint à l'esprit un moyen de les analyser plus profondément, en formant une Pile à deux colonnes de 50 groupes chacune, dont la description est à la p. 194 du 11 Volume, & la figure dans la Pl. XV.

418. Cette Pile à deux colonnes étoit construite de manière que ses extrémités étoient en haut, l'une positive & l'autre negative, parce que les metaux y étoient arrangés dans un ordre inverse; l'une commençant en bas par l'argent & l'autre par le zinc. Chacune de ces colonnes étoit isolée, & une lame de laiton établissoit la communication de l'une à l'autre par le bas: elles avoient, comme les Piles ordinaires, en haut & en bas, une plaque métallique dont une partie projectoit, servant aux attouchemens, quand on vouloit

quand on veut éprouver la commotion, & pour suspendre les appareils à gas. Je nommerai ces plaques armes dans la description des phénomènes.

419. Ces colonnes, dans la figure, sont désignées par A & B. La Colonne A étoit terminée en haut par une plaque d'argent, & la Colonne B par une plaque de zinc. C'étoit entre les deux armes qui terminoient les colonnes en haut, que les phénomènes étoient manifestes. Comme il s'agira quelquefois de comparer les effets de cette Pile dans un même état d'énergie pour produire la commotion & pour agir dans les appareils à gas, je dois dire que ma Pile ~~générale~~ n'étoit que de 100 groupes, pour éprouver la commotion j'étois obligé de prendre une cuiller d'argent dans mes mains mouillées, faisant les contacts avec l'autre extrémité des cuillers: quand mes mains étoient sèches je n'éprouvois aucune sensation; ce qui montre ^{que} quand notre peau est sèche, elle n'est pas conductrice pour les organes intérieurs. Un appareil à gas étoit suspendu à l'armure supérieure de chaque colonne, & ces appareils communiquoient l'un à l'autre par leurs fil^s métalliques inférieurs, terminés en crochet, au moyen d'un anneau de laiton, qu'on pouvoit élever par un fil de soie qui lui étoit attaché. Ce sujet commence à la p. 149.

420. Mes premières expériences concernèrent une analyse très-importante à laquelle on n'avoit pas pensé jusqu'alors. En observant une Pile montée, on n'y voyoit que la succession non-interrompue de trois parties: suivant la construction que m'avoit indiquée M. Cavallo, on devoit commencer par

& qu'avoir vu suivre tous les physiciens de Berlin, on doit
 commencer par un plaque d'argent, poser sur elle une plaque
 de zinc, puis sur celle-ci une pièce de carton ou de drap mouillé
 & continuer dans le même ordre jusqu'au haut de la Pile.
 Dans cette construction on nomme pole de l'argent le bas de
 la Pile, & le Sommet pole du zinc, parce qu'elle étoit ter-
minée par une plaque de zinc. Les effets étoient certainement
 produits par chaque association de ces trois parties, puis qu'ils
 augmentoient à proportion du nombre de ces associations :
 mais comment devoit-on les concevoir divisées? Quels étoient
 les groupes de trois pièces qui produisoient les effets?

L. 21. La Pile étant conductrice dans toute sa longueur,
 je conçus qu'en séparant les parties 3 à 3, par de petits
conducteurs métalliques, dans leurs différents arrangements, si
 ces conducteurs ramportoient le vrai rapport qui devoit régner
 entre les parties composantes, la Pile cesseroit de produire
 les effets; mais que si ces conducteurs se trouvoient placés
 entre ^{les} vrais groupes ternaires, les effets devoient continuer.
 J'essayai donc ces divisions de différentes manières, & voici les
 résultats tels qu'ils sont exprimés à la p. 157.

L. 22. 1. L'opération galvanique qui ^{occasionne} ~~produit~~ les effets
 distincts de la Pile, est produite par l'argent & le zinc, là
 où ces métaux sont séparés par le drap mouillé. — 2. Cette
 opération a lieu dans chaque groupe distinct; & quant
 à l'accumulation des effets électriques opposés aux extrémités
 de la Pile, les groupes se servent de conducteurs, les uns amenant

puisque des conducteurs étrangers n'interrompent pas cette transmission — 3. Dans les appareils à gas, l'extrémité de l'argente est celle qui produit la calcination (ou suivant la nouvelle nomenclature chimique, l'oxydation) des filz métalliques, & le côté du zinc produit l'air inflammable (hydrogene dans cette nomenclature).

423. Les expériences qui suivent celles-là dans le même Ouvrage furent dirigées vers le but de rechercher ce qui, dans la Pile, modifioit le fluide électrique de manière à produire de si grands effets, & quelle est la cause de ce que la calcination (ou l'oxydation) de la surface des plaques de zinc, arrête enfin les opérations de cet appareil. Les expériences — qui concernent cet objet commencent à la p. 163, & en voici les résultats.

424. 1^o la modification du fluide électrique est produite parce qu'il traverse la Pile, tandis que l'eau calcine la surface des plaques de zinc — 2^o Cette modification s'aperçoit d'abord en ce que le fluide galvanisé ne peut plus se communiquer d'un corps métallique à un autre, si leur surface n'est pas absolument ~~absolument~~ dégagée de toute saleté, soit par calcination ou autrement. Soit donc que la surface de toutes les plaques de zinc est calcinée, elles cessent d'être conductrices de ce fluide, ce qui fait cesser tous les effets de la Pile — 3^o D'un autre côté, le fluide non-galvanisé se distingue d'avec celui qui est galvanisé, en ce que le plus petit degré d'électrisation, tel que celui d'un

grains d'ambre froissé, passe cependant en un instant d'une extrémité à l'autre de la Pile & agit sur l'électroscope au côté opposé — 4°. Cette cessation des effets de la Pile par la calcination des plaques de zinc à leur surface, m'ayant paru prouver seulement du manque de faculté conductrice, j'eus l'expérience suivante. Je ratifiai avec la pointe d'un couteau, trois points sur chaque plaque de zinc près de leur bord, & je plaçai sur ces points de petits grains de laiton très-net, pour servir de communication entre ces plaques & les plaques d'argent suivantes; alors tous les effets de la pile se renouvelèrent; ce qui vérifia ma conjecture.

425. J'ai décrit à la p. 181, la méthode que j'employai pour déterminer la quantité de fluide électrique mis en mouvement par la Pile; ce fut au moyen d'un condensateur assez grand, que j'appliquois soit à l'extrémité positive, soit à l'extrémité negative. Cette expérience manifesta déjà beaucoup de lenteur dans le mouvement du fluide galvanique, car il falloit attendre de temps pour que le condensateur fût chargé autant qu'il pouvoit l'être; ce qui étoit indéterminé quand la divergence des feuilles d'or de l'électroscope qui venoit d'abord, étoit véritable, parce que le condensateur étoit arrivé au même degré de électrisation que cette extrémité de la Pile. Or toute cette charge appliquée au même électroscope n'y produisoit qu'une petite augmentation de divergence.

426. J'avois une autre preuve de la lenteur du mouvement de ce fluide en ce que, la Pile étant isolée, quand je touchois une de ses extrémités; ce qui faisoit cesser la divergence dans son électroscope, & la doubloit dans celui du côté opposé; il fallut un fort long temps pour que les divergences respectives fussent rétablies. Or une de ces expériences (à la p. 205) montre un cas dans lequel, ayant touché le côté positif de la pile, elle resta long temps negative dans la totalité, & cependant les effets demeurèrent les mêmes dans ~~l'appareil~~ l'appareil à gaz; parce que le fluide galvanisé le traversoit toujours, la Pile continuant de le mettre en mouvement.

427. La Section II, p. 224, a pour ~~titre~~ ^{Titre} Expériences sur le passage du fluide électrique d'un côté à l'autre de la Pile au-travers de l'appareil à gaz. Toutes ces expériences sont intéressantes, mais je n'en rapporterai que quelques-unes.

428. Les Expériences XXX & XXXI montrent, que les appareils à gaz produisent du retardement dans le passage du fluide galvanisé d'un côté à l'autre de la Pile, puisqu'il reste toujours quelque divergence dans les électroscopes; au lieu que si l'on produit ~~quelque~~ la communication entre les deux côtés par une baguette métallique, toute divergence cesse. Mais la divergence qui reste dans les électroscopes par ce retardement quand l'appareil à gaz est appliqué à la Pile, peut être transportée d'un même côté, ou negative en touchant le côté positif, ou positive en touchant le côté negatif, sans que les effets changent dans l'appareil.

429. C'est encore un mystère, que la production à l'un des

fil métalliques de cet appareil de la calcination ou de l'air vital, ~~de~~ de l'air inflammable, au fil opposé; nous savons seulement que l'un de ces effets ne peut être produit sans l'autre; car s'il n'y avoit qu'un fil, de quelque côté que ce fût, il n'y auroit aucun effet. Mais le mystère augmente par une circonstance, qu'il faut connaître avant qu'on fasse aucun système sur cet effet. Dans mes expériences j'ai observé, que pourvu que les deux fil métalliques entrassent d'1 ou 2 lignes dans l'eau, les effets étoient les mêmes, que lorsque je les faisais entrer si avant qu'ils ne fussent qu'à 2 lignes de distance l'un de l'autre; mais que tout effet cessoit quand on les approchoit au point qu'ils se touchassent.

430. L'hypothèse que l'eau étoit composée de deux ingrédients, dont l'un faisoit la base de ce qu'on nommoit gas oxygène & l'autre gas hydrogène avoir paru confirmée en ce qu'avec une forte batterie, ces deux gas étoient produits dans l'eau; & l'on pouvoit penser que cet effet étoit produit sur les mêmes parties de l'eau. Mais dans mes expériences les effets étoient produits à 2 pouces de distance l'un de l'autre; ainsi on ne pouvoit penser avec raison que les parties de l'eau fussent décomposées.

431. Ayant communiqué à M. Erman cette objection contre l'hypothèse, il fit une expérience en grand, rapportée à la p. 268 de mon Ouvrage déjà cité, mais que je vais décrire plus particulièrement. Il employa deux tubes de verre de 10 pieds de longueur; il avoit l'un & l'autre des bouchons de liège à leurs extrémités, traversés par des fil métalliques qui entroient d'environ 1 pouce dans l'eau: le fil inférieur servoit à produire la communication des deux tubes entr'eux. Or quand

189

la Pile leur étoit appliquée, ils produisoient absolument les mêmes effets que mes deux petits tubes associés; la calcination avoit lieu au fil positif de l'un des tubes, & l'air inflammable étoit produit au fil négatif; & ces effets se répétoient au second tube. Il est donc impossible de supposer que se soient les particules d'eau qui se décomposent; puisque les deux effets se manifestent à 10 pieds de distance l'un de l'autre.

L. 32. L'Exper. XLVI prouve, que la modification galvanique qui produit les effets dans l'appareil à gaz exige que le fluide électrique ait traversé plusieurs fois la Pile; car il ne les produit pas, quand il ne la traverse qu'une ou deux fois. J'employai un moyen de déterminer combien de fois il devoit l'avoir traversée, & je trouvais qu'ils ne commençoient d'être produits qu'après que le fluide avoit traversé trois fois la pile; qu'ils augmentoient à proportion du nombre de ces passages, jusqu'à un certain maximum, après lequel il n'y avoit plus d'augmentation.

L. 33. Pour savoir s'il étoit nécessaire que l'eau fût dans des tubes de verre pour produire les effets ^{observés} dans l'appareil à gaz, je fis les expériences XLVII, XLVIII & XLIX, qui analysèrent plus profondément ces effets, en montrant plus directement, qu'ils ne pouvoient être produits l'un sans l'autre. Je répandis de l'eau sur ma table en deux places séparées; puis, avec des baguettes de laiton bien nettes, je fis communiquer ces amas d'eau, l'un à une extrémité, & l'autre à l'extrémité opposée de la Pile; aucun effet ne fut produit dans cette eau ni d'un côté ni de l'autre. Je mis alors les deux amas d'eau en communication l'un avec l'autre par un

fil métallique posé sur la table : bientôt le pied de la baguette du côté positif commença de se ternir & devint enfin noirâtre par calcination, & en même temps des bulles d'air inflammable se manifestèrent à l'autre extrémité du fil de communication. J'enayai si ces amas d'eau, quoique sur la table, seroient éprouver la commotion : pour cet effet je plaçai d'abord le manche d'une cuiller, tenue dans ma main mouillée, contre le pied d'un des baguettes métalliques, ce qui ne me fit éprouver aucune sensation ; puis, approchant lentement une autre cuiller du pied de la seconde baguette, un instant avant que j'eusse touché, j'éprouvai une nette secousse dans mes mains.

434. Les expériences précédentes, ainsi que celles qui les suivent dans le même Ouvrage, commencent à donner une idée de la manière dont le fluide électrique produit ses effets, tant dans l'appareil à gaz, que dans notre corps par la commotion, & l'inflammation dans les corps combustibles. Tous ces effets exigent absolument des conducteurs interrompus ; de sorte que, pour que le fluide électrique suive son cours, il doit s'élancer d'un conducteur à l'autre au-travers de l'air ou de l'eau.

435. Dans le cours des mêmes expériences, on pourra aussi juger de quel genre est la modification qu'éprouve le fluide électrique dans la Léle, qui lui fait produire les étonnans effets quoiqu'en si petite quantité. Ce sont les mêmes effets que produit la bouteille de Leyde dans la décharge ; mais ils y sont si soudains, qu'on ne peut les analyser ; & il y a de plus cette grande différence, qu'ils sont épuisés par la décharge, & que pour les renouveler, il faut charger de nouveau la bouteille par une source étrangère, la Machine électrique, & que la Léle, quand elle est en bon état,

les produit sans cesse; de sorte qu'on peut la considérer comme une petite machine électrique, qui produit ses effets par la propre nature, sans frottement.

436. L'Expérience XLII prouve en particulier deux choses; l'une que pour produire la commotion, effet physiologique sur nos organes, il faut absolument une interruption entre notre corps & la Pile; l'autre, que notre corps est, pour le fluide galvanisé, un conducteur semblable à l'appareil à gaz. J'ai d'abord les deux appareils à gaz qui, réunis, établissent la communication entre les extrémités de ma Pile à deux colonnes, dans l'intention de rendre mon corps seul conducteur entre elles. Pour cet effet, posant d'abord un de ces cuillers sur l'armure d'une des extrémités, j'avois de la peine à fixer la seconde cuiller sur l'autre armure, à cause des forts tremoussements que j'éprouvois dans les mains qui, me faisant abandonner le contact d'un côté ou de l'autre, renouvelloient les secousses. Mais lorsque par une forte volonté, je parvenois à fixer en même temps les cuillers sur les deux armures, je n'éprouvois aucune secousse. Sensation: Ces contacts aux deux extrémités sans interruption faisant passer le fluide électrique dans mon corps sans cette décomposition qu'il éprouve quand il s'élance, il se distribue dans notre corps immédiatement, & n'agit plus sur nos organes pour produire la secousse.

437. Cependant, malgré le contact fixe des deux extrémités, qui les mettoit l'une & l'autre en communication avec le sol par mon corps, les opérations avoient lieu dans les appareils à gaz quand ils étoient mis à la Pile. C'est intéressant phénomène est l'objet de la Section III qui a pour titre,

Comparaison de la Commotion avec les effets dans les appareils à gaz par l'opération de la Pile.

L38. Une première Expérience, p. 242, explique par: 2 quoi la Pile produit les effets dans sans que sa base soit isolée, étant seulement debout sur la table. Lorsque je faisois communiquer au Sol une seule des extrémités de la Pile isolée, je ne pouvois aucune diminution dans la Secousse: le fluide de ce côté-là avoit plus de tendance à passer au-travers de mon corps qu'à se répandre dans le Sol. Quand je plaçois en même temps, par des baguettes conductrices, les deux extrémités de la Pile en communication avec le Sol par la table, les Secousses étoient beaucoup affoiblies, mais il n'en résultoit point de diminution sensible des effets dans les appareils à gaz: ce qui montre que le fluide passoit au-travers de ces appareils en quantité suffisante pour y produire les effets ordinaires.

L39. Les expériences XLII à XLVI servent plus particulièrement à comparer la faculté conductrice de notre corps avec celle des appareils à gaz dans le passage du fluide d'une extrémité à l'autre de la Pile; voici la première. Les appareils étant placés comme communication entre les extrémités de la Pile, quand je réussissois à produire des contacts fixes sur les armures avec les deux cuillers, les opérations dans les appareils à gaz étoient sensiblement moitié moindres: ainsi le fluide avoit autant de disposition à traverser mon corps que ces appareils. Mon corps cependant étoit en communication avec le Sol; ce qui n'empêchoit pas que la quantité du fluide nécessaire ne prît la route au-travers de ces appareils, seulement en moindre quantité. On voit ainsi pourquoi la Pile produit tous les effets sans isolement de sa base; c'est que le fluide galvanique

circule sans cesse, comme dans une Machine électrique dont le frottoir communique avec le premier conducteur.

440. Deux appareils à gas faisant la communication entre les deux extrémités de la Pile, réunis entr'eux par leurs fils inférieurs, tournés en crochet, & par un anneau qui entroit dans ces crochets, j'enayai de diverses manières de substituer mon corps à cet anneau, & voici les effets de ces diverses tentatives. — 1. Si je prenois les fils inférieurs des tubes dans mes doigts, non-seulement les opérations cessoient dans les tubes, mais il ne restait aucune divergence dans les électroscopes aux extrémités de la pile. C'étoit donc le même effet que lorsque les deux extrémités communiquoient immédiatement au Sol; & quant au fluide qui traversoit chacun des tubes, mais en allant immédiatement au Sol par mon corps, sans retourner directement à l'autre côté de la pile pour continuer d'y être modifié, l'eau des tubes devenoit simplement un conducteur vers le Sol comme tout autre conducteur. — 2. Quand j'ôtois l'anneau de communication entre les appareils, & que j'en mettois un en communication avec le Sol par son fil inférieur, tout effet cessoit dans ce tube; mais comme la pile continuoit de ~~produire~~ mettre le fluide en mouvement, toute la divergence passoit à l'élec roscope au côté opposé. — 3. Un autre changement de communication entre les deux appareils par leurs fils inférieurs, étoit très-difficile à obtenir. Au lieu d'employer mes doigts, comme dans le cas précédent, pour produire cette communication, je voulus employer les cuiliers d'argent tenues dans mes main, mouillées; or ce conducteur métallique entre

mon corps & les fil, changea beaucoup les phénomènes. Quand j'avois placé l'angle d'une des cuillères dans le crochet d'un des tubes, toute opération y estoit comme dans l'opération précédente; mais la difficulté étoit de placer la seconde cuillère dans l'autre crochet; parce qu'avec ces corps métalliques dans mes main mouillées, dès que je l'approchois, j'éprouvois une étouffe qui chassoit le crochet. Cependant je réunissois quelquefois; & alors toute sensation estoit dans mes mains; parce qu'il n'y avoit point de conducteur interrompu; condition indispensable à tous les effets extérieurs de la pile. Alors les opérations continuoient dans les deux appareils, comme s'ils n'avoient communiqué entre eux que par l'anneau métallique; quoiqu'il se fût moi-même en communication avec le sol pour chaque can d'eau, comme je l'avois été auparavant pour un seul; ce qui alors y avoit fait cesser les opérations, parce qu'il n'y eut point une circulation immédiate du fluide entre les extrémités de la Pile; il y avoit aussi les mêmes résidus de divergence dans les électroscopes aux extrémités de la pile que si les deux appareils n'avoient été réunis que par l'anneau.

441. Ces phénomènes, qui fournissent une analyse réelle des phénomènes de la Pile galvanique, ne pouvoient être observés que par une Pile à deux colonnes, telle que je l'ai décrite, & je n'ai pas appris quelle aient été imitées. On n'a cherché qu'à augmenter les effets, soit par de plus grandes Piles, soit par les appareils qu'on a nommé les baquets; ce dernier surtout a produit de nouveaux & très-grands effets; mais on a abandonné le fil des phénomènes fondamentaux qui conduisent à découvrir les modifications qu'éprouve le fluide électrique dans

195
la Pile, sur les quelles on a fait des Systèmes sans fondement, ni en physique ni dans les faits; objet auquel je reviendrai

442. Je fis encore dans le même temps une expérience décrite dans la Section IV, qui a pour titre: Comparaison de la Pile galvanique avec l'Anguille nommée électrique. La Pile donnait la commotion par elle-même & sans isolement, se rapprochoit assez du Gymnotus, ou Anguille électrique, qui produit le même effet, pour qu'il fût intéressant de les comparer de quelque manière. Le Gymnotus produisant la commotion dans l'eau comme hors de l'eau, cette circonstance ôtoit presque toute idée de ressemblance entre les causes de ce même effet; cependant comme on découvre quelquefois de nouvelles causes par des routes inattendues, je voulus faire cet essai.

443. Pour cet effet, je placai 50 groupes, dans un cage composée de 6 baguettes de verre très-mince, fixées par deux plaques circulaires de laiton, de manière qu'en couchant cette pile sur une surface plane, tous les groupes latouchoient à la fois par un des côtés. J'essayai d'abord les secousses que produisoit cette pile à terre-debout sur ma table; elles étoient très-fortes; je lui appliquai un appareil à gaz, elle y produisit beaucoup d'effet.

444. Connoissant ainsi le pouvoir de cette pile, je fis les expériences suivantes. — 1. Ayant trouvé un moyen d'appliquer un appareil à gaz à la pile dans toutes les situations, je la couchai sur la table sèche, & je n'aperçus aucune différence, ni dans cet appareil, ni dans les secousses. — 2. Je couchai cette pile dans le fond d'un baquet de la forme & simplement humide;

il n'y eut aucune diminution sensible dans les deux effets. 3. Je versai alors après d'eau dans le baquet pour qu'elle atteignît le bas de tous les groupes; alors tous les effets cessèrent; il n'y eut pas la moindre apparence de secousse, ni d'effet dans l'Appareil à gaz. La circulation du fluide électrique se faisoit donc par l'eau extérieure, par laquelle il se dissipoit ^{au travers} le baquet; ce qui empêchoit l'accumulation des effets électriques opposés ^{aux} extrémités de la Lile.

445. Ces expériences font voir, que quoique les phénomènes du Gymnotus & de la Lile aient une grande ressemblance, par leur effet commun, la commotion, il n'y a qu'un rapport éloigné entre les causes de cet effet. De sorte qu'à moins qu'on ne parvienne à produire par le fluide du Gymnotus, tous les mouvements dans les électroscopes, que son accumulation ~~par~~ le condensateur, il faut de deux choses l'une, ou que ce ne soit pas le fluide électrique, ou qu'il éprouve dans cet animal un plus grand changement que dans la Lile.

446. Tout l'ensemble des phénomènes détaillés dans le même Ouvrage, dont je n'ai donné ici qu'un extrait, aide à comprendre plusieurs phénomènes qui caractérisent les opérations de la Lile galvanique, en les comparant aux effets analogues de la bouteille de Leyde, & en examinant leurs différences. Par les deux appareils, les phénomènes de la commotion & de l'inflammation qui leur sont communs, n'ont lieu que lorsque le fluide électrique se décompose en passant par des conducteurs interrompus; il n'agit donc que par quelque-
un de ses ingrédients qui se trouve ainsi dégagé. Or ce qui distingue la Lile de la Bouteille de Leyde, c'est que la

première produire ces effets avec une très-petite quantité de fluide électrique; ainsi la différence doit résulter de quelque modification que ce fluide éprouve en traversant la Pile, & dont il faut chercher la cause.

147. On a vu à cet égard, que pour que cette petite quantité produise des effets correspondants à ceux de la Bouteille de Leyde, il faut que le fluide y ait circulé plusieurs fois tandis que l'eau y couvre la surface des plaques de zinc. Or il est probable que durant cette circulation, le fluide électrique acquiert (ou perd peut-être) quelque ingrédient; ce qui le rend susceptible de se décomposer avec beaucoup moins de densité lorsqu'il se propage par des conducteurs interrompus, & que ce sont les mêmes ingrédients ainsi dégagés qui produisent les effets semblables des deux appareils.

148. Telle est la conclusion sommaire du grand nombre d'expériences sur la Pile démontée dans l'Ouvrage cité jusqu'ici, fini à Berlin en 1810. Mais 10 ans après, j'étendis ces recherches beaucoup plus loin à l'avance, & ces nouvelles expériences ayant été successivement publiées dans le Journal de Physique de M. Nicholson, ce sera maintenant ce Journal que je citerai.

Article XL. Nouvelles expériences sur la Pile galvanique de Volta.

149. Le premier Mémoire publié dans ce Journal, cahier de Juin 1810, explique ce qui m'engagea à reprendre ces expériences; ce furent des idées générales publiées par un chimiste distingué; idées qui embrassoient toute la Physique, & tendoient à y répandre la plus grande obscurité. Ce Chimiste supposait

Certaines supposant d'abord que quelques substances avoient, ce qu'il nommoit, une énergie électrique positive, qu'il attribuoit au zinc; & d'autres une énergie négative, qu'il attribuoit au cuivre & à l'argent; tellement qu'on ~~supposait~~ supposait que ces métaux étant en contact l'un avec l'autre dans la Pile, avoient des électrités opposées. Cette théorie n'étant appuyée d'aucune expérience, & n'expliquant pas les phénomènes de la Pile tels que je les avois décrits dans mon premier Ouvrage, n'avoit pas fixé mon attention, si l'Auteur ne l'avoit accompagnée de deux opinions, dont la première est celle-ci: que dans l'état actuel de nos connoissances, il seroit inutile de spéculer sur les causes & lois qu'on de ces effets; ce qui tendroit à arrêter les progrès de la Physique expérimentale.

450. Ce ne fut cependant pas cette opinion qui menaça principalement à de nouvelles expériences; ce fut cette question, par laquelle il terminoit ces remarques: "Ne pourroit-on pas ranger ces effets au nombre des propriétés essentielles de la matière?" Question qui tendoit à ramener l'idée des vertus occultes, qui avoient répandu la plus grande obscurité dans la Physique jusqu'au temps de L'ascal, à qui la la Physique a dû, comme je l'ai montré ci-devant, de ne y admettre aucun principe qui ne soit déduit de l'expérience.

451. Il me vint alors à l'esprit d'analyser de nouveau les phénomènes de la Pile par des dépêchions avec des conducteurs étrangers, mais plus solides que ceux dont j'avois fait usage à Berlin, & moins hauts, afin d'employer un plus grand nombre de groupes dans la même monture: toujours en séparant 3 à 3 les parties composantes de la Pile par ces conducteurs métalliques,

mais dans différents assemblages. Ces petits conducteurs étoient formés de deux pièces de fil de laiton minces, soudés ensemble en forme de T, les trois extrémités étoient courbées à angle droit, & ne touchoient les groupes que par trois points. J'ai nommé tripodes ces petits conducteurs qui, n'ayant de hauteur qu'environ 2 lignes, pouvoient être placés en différents intervalles, & ôtés, sans démonter la Pile. Les expériences faites sous cette forme me conduisirent à une découverte inattendue, comme il arrive très-souvent, quand on soumet les nouvelles-hypothèses à des expériences directes.

452. Je construisis une Pile à deux Colonnes isolées, comme celle que j'avois employée à Berlin; les métaux y étoient aussi inversement rangés, & les deux colonnes étoient mises en communication par leur base au moyen d'une pièce de laiton. Les extrémités de la Pile totale étoient donc aussi dans le haut, & deux appareils à gaz, unis l'un à l'autre par leurs fil inférieurs, réunissoient ces extrémités: à chacune de celles-ci étoit placé un petit électroscope à feuille d'or; ces électroscopes pouvoient glisser le long d'une baguette de verre, d'abord pour les mettre en contact avec l'extrémité correspondante de la Pile; & quand les feuilles d'or divergeoient, l'électroscope pouvoit être retiré pour éprouver si cette divergence étoit positive ou negative. J'employai des plaques d'argent fort minces, ayant vu par expérience qu'elles s'altèrent fort peu; de sorte qu'avec les tripodes, je pouvois avoir 38 groupes dans chaque colonne, faisant 76 groupes pour la Pile totale.

453. Une des colonnes, que je nommerai A, commençoit en bas par une plaque de zinc, & se terminoit en haut

par une plaque d'argent; l'autre colonne, que je nommerai B, commençoit en bas par une plaque d'argent & se terminoit en haut par une plaque de zinc: entre chaque paire de plaques étoit un pièce de drap mouillé. Cet ordre de succession des trois parties composantes ne changea point dans toutes les expériences; elles furent seulement séparées en diverses manières par le tripode.

454. Ayant eu lieu de penser que l'eau pure employée pour mouiller les pièces de drap dans la pile, quoique suffisante pour les opérations chimiques dans l'appareil à gaz, ne l'étoit pas pour la secousse, je fis deux suites d'expériences, dans l'une desquelles les pièces de drap n'étoient mouillées que d'eau pure, & dans l'autre j'emploiai de l'eau saturée de sel marin. Ces deux piles produisoient la même différence de divergence dans les électroscopes & les mêmes effets dans l'appareil à gaz, mais pas la moindre sensation de secousse; au lieu que je l'éprouvois quand j'employois l'eau salée. Ce qui manifeste déjà, que la cause des secousses est différente de celle qui met le fluide électrique en mouvement dans la Pile; que les premières sont produites par quelque acide, comme ici l'acide muriatique, qui se joint au fluide électrique.

Article XLI. Diverses dissections de la Pile
par de petits conducteurs métalliques.

455. Ces dissections sont représentées par la Fig. 4 à la p. 6 du même Cahier du Journal, & j'étais d'abord les définir.

La Fig. N° 1 représente la Pile montée comme à l'ordinaire commençant par zinc en bas, puis drap mouillé, sur celui-ci argent, sur lequel est le second zinc; la reste de la pile continue de même, finissant au sommet par une plaque d'argent.

Dans la Fig. N^o II, les trippodes sont placés entre les deux métaux; séparant ainsi des groupes ternaires, formés des deux métaux — ayant entre eux la pièce de drap mouillé.

Dans la Fig. N^o III, les deux métaux restent en contact, le drap mouillé étant sur la plaque de zinc, & les trippodes sur le drap; ce qui laisse une plaque d'argent seule au sommet, supportée par un trippode.

Dans la Fig. N^o IV, les trippodes sont sur le drap mouillé, là où celui-ci est sur la plaque d'argent; & les groupes ainsi séparés sont, les deux métaux en contact mutuel, & le drap mouillé restant sur la plaque d'argent; de sorte que la pile se termine en haut par une plaque d'argent, sous laquelle est un drap mouillé qui repose sur un trippode.

456. La première expérience sur les effets de ces déflexions, fut celle de comparer les effets de la Pile continue avec ceux de la Pile N^o II, dans laquelle les trippodes divisoient les groupes ternaires des deux métaux séparés par le drap mouillé. Or, à la différence près d'un petit ralentissement produit par les trippodes, tous les effets étoient semblables, la force des secousses, les opérations dans les appareils à gaz, & la quantité de divergence dans les électroscopes. Il sembloit donc que la Pile restoit absolument la même; cependant on verra, que quoique cela parût indiquer les vrais groupes pour tous les effets de la Pile, il y avoit une illusion qui faisoit confondre des opérations très-distinctes.

457. Quand je formai à Londres le plan de ces déflexions de la Pile je conçus, comme je l'avois fait à Berlin, qu'elles me feroient découvrir les vrais groupes que je cherchois; mais dans la suite des expériences, j'arrive à la p. 29 du même Journal,

202 à une conclusion très-importante dans la théorie de la Pile,
Savoir, que les différents effets sont produits par des assemblages
différents. Pour les effets chimiques dans appareils à gaz & la
secousse, les groupes doivent être composés des deux métaux
séparés par le drap mouillé; mais ce n'est point cet arrange-
ment qui met en mouvement le fluide électrique dans la Pile;
ce sont les groupes binaires, formés simplement des deux métaux
en contact mutuel, séparés par un corps conducteur non-métalli-
que; lequel corps, dans la Pile ordinaire, est le drap mouillé.

458. Cette conclusion est prouvée par la comparaison des
phénomènes des trois directions. — Dans la première, où
les tripodes sont placés entre les deux métaux, la condition
de tous les phénomènes existe; ce qui fait qu'on ne pouvoit
les distinguer dans cette dissection: il y a les groupes ter-
minaires de deux métaux, & d'un corps mouillé entr'eux; &
les groupes binaires des deux métaux; groupes séparés par
le conducteur non-métallique le drap mouillé; c'est pourquoi
le mouvement du fluide électrique continuoit, ainsi que les
autres effets. — Dans la seconde, il ne restoit que les
groupes binaires, savoir les deux métaux en contact mutuel,
séparés par le conducteur non-métallique; c'est pourquoi
le mouvement du fluide électrique continuoit, mais les
effets chimiques & la secousse cessoient, parce que les groupes
terminaires qui produisoient ces effets étoient séparés par
les tripodes; les deux métaux n'avoient plus entr'eux le
corps mouillé en contact avec l'un & l'autre; il n'étoit
en contact qu'avec le zinc. — Enfin, tout effet cessoit par
la 3^{me} dissection. Le mouvement du fluide électrique n'est
pas produit, parce que le zinc est entre deux métaux qui ont

avec lui le même rapport électrique, la plaque d'argent d'un côté, & les trippodes de laiton de l'autre. La condition des effets chimiques & de la secousse y manque aussi, parce que le drap mouillé n'est en contact qu'avec la plaque d'argent.

459. Ce fut donc ainsi que je parvins à découvrir les parties de la Pile qui ^{produisent} ces différents phénomènes. Cette analyse complète de l'opération galvanique, comme on le comprendra aisément, ne pouvoit être faite que sur la Pile elle-même, que nous devons à M. Volta; car elle est impossible dans les opérations de l'Appareil à Vaguet. Si l'on eût commencé par cet Appareil, on auroit vu sans doute de très-grands phénomènes, mais on n'en auroit pu découvrir les causes distinctes. Cependant la grandeur de ces phénomènes ayant captivé l'attention de la plupart des physiciens, ils ont perdu de vue leurs causes; & la vraie Science galvanique a été abandonnée, quoique fournissant l'analyse la plus intime des phénomènes électriques, qui font une partie fondamentale cette branche de la Physique, comme les expériences suivantes le montrent.

460. Les différentes dissections de la Pile m'avoient fait distinguer, comme je l'ai expliqué ci-dessus, les groupes dont dépendoit le mouvement du fluide électrique, & avec ceux qui produisoient les effets chimiques & la secousse; & ayant sous les yeux, dans la Planche dont j'ai parlé, les Figures de ces dissections par les trippodes, je compris d'abord une erreur qu'on avoit faite dans la définition des extrémités de la Pile par le nom des métaux qui la terminent; ce qui me ramena à la détermination résultante des expériences directes de M. Flügel.

461. Les groupes qui mettent en mouvement le fluide électrique sont, les deux métaux en contact mutuel, groupes

Séparés par le Draps. Or je vis à l'extrémité supérieure de ces piles disposées sur les trépodes, un seul métal avec la pièce de Draps: c'étoit ^{la contradiction apparente,} une pièce d'argent, à celle qu'on nommoit extrémité de l'argent: mais cette plaque seule, séparée de celle de Zinc, n'avoit aucun effet quant au mouvement du fluide électrique, elle n'étoit qu'un simple conducteur vers l'électroscope: ainsi cette colonne dont l'extrémité rendoit l'électroscope positif, étoit réellement l'extrémité du Zinc. Je vis aussi dans le haut de la colonne qui rendoit l'électroscope négatif, & qui sembloit être l'extrémité du Zinc parce qu'elle étoit terminée par une plaque de ce métal, que cette plaque étoit seule sur un trépode; ce qui ne la rendoit non-plus qu'un conducteur vers l'électroscope, & cette extrémité étoit réellement celle de l'argent.

462. C'est ainsi que fut levée ^{la contradiction apparente,} qui se trouvoit d'abord entre mes expériences sur la Pile & les expériences immédiates de M. Huüy, ~~électrique~~ sur les états électriques de l'argent & du Zinc dans leur association, qui auroit été impossible de suivre dans la Pile sans les dissections décrites ci-dessus. Mais de plus, j'eus conduit à une découverte sur la cause immédiate du mouvement du fluide électrique dans la Pile, qui me fournira un moyen de séparer les deux effets, en formant une Pile qui, mettant aussi ce fluide en mouvement, ne produiroit aucun autre effet.

Article XLII. Premier pas vers la Colonne Electrique,
par un ^{nouveau} Condensateur. &c.

463. Ce sujet commence à la p. 23 du même Cahier du Journal de Physique de Nicholson. Mes expériences précédentes m'ayant appris que le mouvement du fluide électrique dans la Pile étoit produit par les deux métaux en contact mutuel & séparés par un corps conducteur non-métallique; & dans ma

Pile ce corps et sur le drap mouillé, je voulais savoir s'il étoit nécessaire pour ce mouvement du fluide électrique, que ce drap fut mouillé, comme pour les autres effets de la Pile.

464. Dans l'Exp. 29, j'emploiai des pièces du même drap, mais neuf, & n'ayant d'autre humidité que celle de l'air de ma chambre. Ayant monté une pile de 50 groupes avec ces pièces de drap, elle ne produisit aucun effet dans l'appareil à gaz, ni la moindre apparence de secousse; cependant les électroscopes indiquoient un mouvement du fluide électrique, seulement il étoit modéré.

465. Conjecturant que la laine dont ce drap étoit fait, n'étoit pas assez conductrice, j'employai pour ces séparations d'autres corps, de substances tant animales que végétales, & je trouvai que ces dernières de toute espèce augmentoient beaucoup le mouvement du fluide électrique comparativement même au drap mouillé. Ce qui prouve, que quoique la présence de l'eau elle-même soit indispensable pour les effets chimiques & la commotion, l'humidité de l'air de la chambre étoit suffisante pour produire le mouvement du fluide électrique dans la Pile. Ainsi la différence des deux fonctions de la Pile indiquée par les expériences précédentes, fut démontrée par la possibilité de les séparer.

466. Ayant continué de former quelques Piles de 76 groupes avec d'autres corps intermédiaires, je trouvai que cette recherche prendroit trop de temps & occasionneroit trop de dépense, en la continuant de cette manière, & il me vint à l'esprit qu'au moyen d'un condensateur, je pourrois comparer les effets de petites piles de 20 groupes seulement.

467. J'ai déjà expliqué comment M. Cavallo avoit substitué à la lame imparfaitement conductrice de M. Volta, une simple petite distance entre les disques : mais dans son condensateur les disques étoient verticaux, & c'étoit en abattant le disque qui avoit communiqué avec le Sol, que celui auquel la petite source avoit été appliquée montrait son effet sur l'électroscope. Cette construction ne pouvoit donc répondre à mon but, parce qu'il n'étoit pas possible d'appliquer mes petites piles à des disques dans une situation verticale.

468. Je fis bien des tentatives avant que d'arriver à mon but. Il falloit pour cet effet avoir deux disques horizontaux, l'un fixe, l'autre mobile au-dessus de l'autre, qui fut en communication avec le Sol tandis que les petites piles étoient appliquées au disque inférieur; ^{& qu'en suite} ~~parce que~~ le disque supérieur pût être retiré par un mouvement horizontal; qu'il cessât d'être en communication avec le Sol dans l'instant où il commencerait à se mouvoir, & qu'alors un électroscope appartenant au disque inférieur montrât l'effet de la condensation.

469. Etant arrivé à ce point quant à la condensation elle-même, il s'agissoit d'un moyen d'appliquer mes petites piles au disque inférieur. J'ai employé pour cet effet un pillier conducteur ayant à son sommet une plaque sur laquelle je puis placer mes petites piles. Ce pillier est mobile verticalement, & au moyen d'un cordon, je soulève ces petites piles jus qu'au contact du disque inférieur;

Puis, quand elles ont produit leur effet, le pillier, laissé libre, descend par son propre poids. Toutes les opérations que j'ai faites avec ce Condensateur prouvent, ce que j'ai expliqué ci-dessus, que les effets des influences électriques sous Successifs : un contact momentané des petites piles au disque inférieur ne produisent aucun effet sensible ; il faut qu'il dure au moins demi-minute pour produire tout son effet sur l'électroscope, qui se manifeste quand le disque supérieur est retiré.

470. Ce fut ainsi que je déterminai d'abord, que le corps non-métallique le plus convenable pour placer entre les groupes des deux métaux, étoit le papier. Mais pour éprouver cet effet plus en grand, ayant alors une pile galvanique de 50 groupes, dont les plaques de zinc avoient été nouvellement nettoyées, je construis une Pile de même nombre, formée des associations binaires, des deux métaux, séparés seulement par des pièces de papier. Or cette nouvelle pile, sans produire, ni la commotion, ni les effets chimiques, dans les appareils à gaz, produisoit plus de mouvement du fluide électrique que la pile galvanique de même nombre.

471. Je ne doute point que le Condensateur qui m'a conduit à ces premiers résultats, si sûr dans les effets, si aisé à employer, ne pût conduire à de nouvelles découvertes sur les effets électriques d'associations de divers corps qui n'ont point été tentés. Cependant, quoique j'aie montré les effets de ce condensateur à nombre de physiciens, & qu'ils en aient été frappés, il n'en existe encore au temps où j'écris ceci, en 1814, qu'un seul, qui

est le mien. Voilà donc un nouvel exemple de ce que j'ai dit ci-dessus, que les progrès de la Physique sont beaucoup retardés parce que la plupart des physiciens, engagés par des recherches particulières, ne donnent que peu d'attention aux progrès qui se font dans d'autres branches, quoiqu'elles doivent se joindre au même tronc. Cependant je vais montrer comment ce Conducteur m'a conduit à des découvertes très-intéressantes pour la Physique générale.

Article XLIII. De la Colonne électrique, ou
petite Machine électrique spontanée.

472. Les expériences qui m'ont conduit à cet Appareil sont décrites dans le Journal de Physique de Nicholson pour le mois d'août 1810. Je cherchai d'abord à découvrir si un contact plus intime du papier avec l'un des métaux, en l'y collant, augmenterait ou diminuerait l'effet. Je fis ces expériences avec mon Condensateur, parce qu'il suffisoit de petites piles de 20 groupes; & comme ces expériences étoient rendues aisées par ce moyen, je les fis avec diverses espèces de plaques métalliques.

473. Mon premier objet étoit d'essayer l'effet que produiroit le papier en le collant sur les plaques de zinc ou sur les plaques d'argent; mais il me vint à l'esprit que l'étain étant un metal intermédiaire, qui est négatif dans son association avec le zinc; c'est-à-dire qui doit lui céder une partie de son fluide électrique pour être en équilibre électrique avec lui durant leur contact; au lieu que le metal devient positif en contact avec l'argent; de sorte que au contraire celui-ci doit céder de son fluide à l'étain; c'étoit donc une espèce d'échelle dans les effets que je voulois étudier.

474. Dans toutes ces expériences, je commençois par essayer l'effet que produisoit le papier simplement placé entre les métaux; puis j'éprouvois l'effet qu'il produiroit étant collé sur

Sur l'un & ^{sur} l'autre métal ; & en essayant ces ~~ces~~ petites piles au condensateur, je lui appliquois successivement chacune de leurs extrémités.

475. L'Exper. 23 montre un très-grand effet du papier collé sur l'argent des groupes zinc & argent ; car lorsqu'il étoit simplement placé entre ces groupes, il ne produisoit qu'une petite divergence des feuilles d'or dans l'électroscope ; au lieu que lorsque le papier fut collé sur l'argent, les feuilles d'or alloient s'appliquer contre la cage de l'électroscope. Or quand le papier fut collé sur le zinc, il ne changea point l'effet.

476. L'étain, comme je l'ai dit, devenant négatif quand il est associé avec le zinc, & positif quand il l'est avec l'argent, je construis 6 petites piles de 20 groupes chacune, dans 3 desquelles les plaques métalliques étoient zinc & étain & dans les trois autres argent & étain : dans les 3 premières, l'une avoit le papier simplement placé entre les groupes binaires des deux métaux ; dans la seconde il étoit collé sur le zinc, & dans la troisième sur l'étain. Or le papier collé sur le zinc détruisoit presque tout l'effet ; au lieu qu'il l'augmenta beaucoup étant collé sur l'étain. Mais ce fut le contraire à l'égard de ce dernier métal dans son association avec l'argent ; le papier collé sur l'étain détruisoit presque tout l'effet, au lieu qu'il l'augmenta beaucoup étant collé sur l'argent.

477. Après m'être assuré de ces résultats, en répétant plusieurs fois les mêmes expériences, j'en tirai la conclusion générale suivante :

- 1° On augmente sensiblement le mouvement du fluide électrique
- 2° dans la Pile, en collant le papier dans chaque groupe binaire
- 3° sur le métal qui devient négatif dans son association avec l'autre
- 4° métal ; comme sur l'argent associé avec l'étain, & sur l'étain associé avec le zinc ?

478. Ces résultats me frappèrent comme ouvrant la perspective d'une sorte de machine électrique naturelle, c'est-à-dire, sans friction ; elle étoit sans doute très-petite dans mes expériences, mais elle pouvoit être augmentée presque sans limite, en augmentant le nombre des groupes ; & elle me présentait en même temps un moyen d'analyser les effets de la Pile elle-même.

479. L'argent & le cuivre ayant le même effet électrique dans leur association avec le zinc, on avoit déjà construit des Piles composées de zinc & cuivre, qui agissoient comme celles où l'argent étoit employé ; seulement les plaques de cuivre étoient plus promptement calcinées par l'eau placée entre les métaux ; or comme je n'avois rien à craindre à cet égard, n'employant pas l'eau dans le nouvel appareil, je pensai d'abord à me procurer un grand nombre de plaques de cuivre très-minces, & de coller du papier à l'un de leurs côtés, pour les associer avec des plaques de zinc aussi très-minces ; ce qui pourtant me prépareroit beaucoup de travail, ^{vu} ~~donc~~ mon but d'augmenter autant que je le pourrois cette machine électrique naturelle.

480. Heureusement, avant que je fusse fort avancé dans ce travail, il me vint à l'esprit qu'on fabriquoit à Nuremberg un papier nommé papier doré, employé par les relieurs pour couvrir des brochures, qui a des fleurs en relief, dont un côté seulement est couvert de feuille de cuivre, sur laquelle est passée un vernis qui l'empêche de noircir à l'air : il y a aussi de ce papier couvert d'un côté de feuille de cuivre sans fleurs. J'avois donc immédiatement une

une lame de cuivre pour associer avec des lames minces de zinc, & le papier pour séparer les deux métaux.

481. Aussitôt que j'eus pensé à ce papier, j'en procurai assez pour former une colonne de 76 groupes, avec des plaques de zinc de même diamètre que celle de ma pile galvanique de même nombre. Or la colonne zinc & papier doré, sans produire la moindre secousse, ni effet dans l'appareil à gaz, produisit beaucoup plus de divergence dans les électroscopes. Comme il n'y avoit ainsi presque plus de borne à l'augmentation du nombre des paires, pare qu'on pouvoit aussi former diverses colonnes associées, cette machine électrique naturelle pouvoit être augmentée à volonté; & elle l'a été en effet déjà à un point étonnant, comme je le dirai dans la suite. Or comme ce n'étoit plus la Pile galvanique, il falloit lui donner ~~un~~ un nom, & je la nommai Colonne électrique.

Article XLIV. Analyse des effets de
la Colonne électrique.

482. Ce sujet est traité dans mon Mémoire au même cahier du Journal de Physique de Nicholson, où je commence à décrire les effets électriques dans la Colonne, par la succession des plaques de zinc avec la surface de cuivre de ce papier, & le papier lui-même sert ~~immédiatement~~ à séparer les paires des deux métaux. Ce sont les résultats immédiats d'expériences décrites dans ce Mémoire, où l'on suit comme à l'œil la marche du fluide électrique dans la colonne & toutes les modifications en diverses circonstances; ce qui répond au si-

de la lumière sur celle du fluide électrique dans la Pile galvanique, où j'avois d'abord découvert cette marche.

483. Voici les détails de ces opérations. — 1. Dans chaque paire des deux métaux ^{électriques} en contact mutuel, la plaque zinc enlève une petite portion du fluide électrique de la lame de cuivre. — 2. Dans chaque paire aussi, la plaque de zinc communique au-travers du papier une partie de son excès de fluide électrique, comparativement au cuivre, à la paire suivante aux deux côtés. — 3. Dans chaque paire encore, le cuivre reprend du zinc aux deux côtés (toujours au-travers du papier) une partie du fluide qu'il a perdu dans son association de contact avec ce métal. — 4. Le même effet s'en suit produit dans chaque paire d'une extrémité à l'autre de la colonne, si elle est isolée, l'état négalif augmente d'un bout à l'autre vers l'extrémité du côté de laquelle toutes les surfaces de cuivre sont tournées; & en même temps l'état positif augmente successivement vers l'extrémité du côté de laquelle toutes les plaques de zinc sont tournées; ce dont on verra l'effet par des compensations. — 5. Quand l'extrémité vers laquelle est tournée le cuivre est mise en communication avec le sol; celui-ci réparera les pertes que toutes les lames de cuivre font aux celles de zinc; l'état positif règne dans toutes les paires, tant dans le cuivre que dans le zinc; de moins on ne peut distinguer par aucun moyen la différence qui existe entre eux, trop petite dans chaque paire, & l'état positif est sensiblement doublé à l'extrémité du zinc. — 6. Quand c'est

l'extrémité du zinc qui est mise en communication avec le sol ; ce qui enlève à toutes les paires le fluide que le zinc a enlevé au cuivre, la Colonne au contraire devient negative dans toutes les parties, & l'état negatif est sensiblement doublé à l'extrémité du cuivre. — 7. Lorsque dans la colonne isolée les électroscopes à ses deux extrémités indiquent par d'équales Divergences les deux états électriques opposés, la paire du milieu de la colonne est dans l'état neutre, elle ne donne aucun signe électrique ; & de ce point, l'état negatif augmente de paire en paire jusqu'à l'extrémité du cuivre, & l'état positif augmente aussi de paire en paire, jusqu'à l'extrémité du zinc. Ainsi, à ce milieu de la colonne, il se fait une compensation complète des deux effets ~~opposés~~ contraires qui font des progrès progrès en sens opposés, ce qui les démontre l'un & l'autre : de ce point, il entre de plus en plus de l'état negatif de paire en paire en allant vers l'extrémité du cuivre, & de l'état positif en allant vers celle du zinc. — 8. Le mouvement successif du fluide électrique produit par cette association successive de cuivre & zinc au-travers du papier est fort lent ; car si l'on touche une des extrémités, ce qui fait tomber les feuilles d'or dans l'électroscope de ce côté-là, il s'écoule souvent plusieurs heures avant que l'équilibre électrique soit rétabli dans la colonne.

484. C'est-là une analyse complète des mouvements du fluide électrique dans cet Appareil par le seul effet de l'association du zinc & du cuivre dans chaque paire séparée par du papier : or c'est la même cause qui produit le mouvement du fluide électrique ^(dans la Pile galvanique) comme j'en ai démontré en analysant celle-ci. Toutes ces expériences & leurs conclusions ont

ont été publiées dans le Journal de Physique de Nicholson; cependant elles n'ont pas empêché la publication postérieure de Systèmes chymériques sur le fluide électrique, tendans à répandre l'erreur dans plusieurs branches de Physique; qui doivent cependant s'éclairer les unes les autres; de sorte que lorsque l'une d'entr'elles y introduit une fautive lumière, l'obscurité se répand sur toutes. Mais j'avois ainsi refusé péremptoirement le Système de l'Auteur qui supposoit possible que l'état positif & negatif de certains corps fussent des propriétés essentielles de la matière; ce qui, comme je l'ai dit d'entrée, m'avoit déterminé à reprendre ces expériences; mais qui m'a conduit plus loin.

Article XLV. Construction d'une Colonne électrique
qui produit un mouvement perpétuel physique,
changeant suivant les états de l'air.

485. Tel sont mes premiers pas vers l'Instrument dont je vais parler, Ma première colonne ayant de petits électroscopes à feuille d'or à chaque extrémité, manifesta des phénomènes qui fixèrent mon attention. Une des feuilles-d'or, après avoir frappé les lames d'étain de la cage de verre, lames qui communiquent avec le sol, les deux feuilles d'or étant ainsi déchargées, retombèrent; cependant enfin celle qui frappoit restoit attachée à la lame d'étain. Alors, si c'étoit du côté negatif, toute la divergence étoit transportée au côté positif, & le contraire arrivoit si la feuille d'or se fixoit du côté positif.

486. Cette première observation ne produisit encore chez moi que de la surprise, de ce que la feuille d'or restoit ainsi attachée à la feuille d'étain; puisque celle-ci étoit en communication avec

le sol, la lame d'or devoit s'y décharger. Mais quoique j'aie ²¹⁵
beaucoup réfléchi sur ce phénomène, & que l'aie, comme on le
verra, observé sous diverses formes, je n'ai pu m'en rendre raison.

487. Cependant, ce qui me frappa ensuite d'avantage,
ce fut la grande différence dans la fréquence des battemens
des feuilles d'or, quand ils durèrent assez long temps pour pouvoir
les compter, par exemple dans une minute; car quelquefois il
n'y en avoit que deux ou trois dans cet espace de temps, tandis
que d'autres fois la feuille d'or battoit à chaque seconde; & cette
fréquence varioit beaucoup, non seulement d'un jour à un autre,
mais en diverses parties d'un même jour; ce qui me parut mériter
une observation plus suivie.

488. Mais il falloit prévenir cette fixation de la feuille d'or
au côté de la cage de l'électroscope. Je pensai d'abord de pouvoir
l'obtenir en augmentant la force de la Colonne au point qu'elle
pût mouvoir de petites balles, au lieu de feuilles d'or, dans les
électroscopes. ^{Je parvins} ~~Je parvins~~ que ma Colonne pouvoit être
augmentée indifféremment, en augmentant, ou le nombre des
paires ou la grandeur des plaques; je fis d'abord une expérience
sur ce dernier objet avec mon condensateur, quoique j'eusse déjà
quelque raison de croire que la grandeur des plaques n'avoit
aucune influence sur l'étendue de ^{la} simple divergence dans
les électroscopes; mais elle pouvoit en avoir sur la fréquence
des battemens, ce qui importoit à l'objet atmosphérique.

489. L'Exper. 29, rapportée à la p. 34 du même cahier
du Journal, fut en vue de cet objet, & je trouvai, par le
condensateur, que 16 plaques de linc de 1 pouce en carré,
avec des pièces de papier doré de même grandeur, ne produisoient

pas plus d'effet que les petites plaques de ma première colonne, dont le diamètre, déterminé par un poinçon avec lequel j'e les coupois, n'étoit que de 7 lignes.

490. Ma conjecture étant ainsi vérifiée, je voulus porter plus loin la même expérience. Je fis trois colonnes de 200 grammes chacune, dans l'une les plaques de zinc ainsi que les païes de papier doré avoient $\frac{1}{2}$ pouce en quarré; dans une seconde elles n'avoient qu' $\frac{1}{4}$ de pouce; enfin dans une troisième elles n'avoient qu' $\frac{1}{8}$ de pouce. Toutes ces colonnes produisoient la même divergence dans le même électroscope; mais à proportion de leur petitesse, il falloit plus de temps pour que l'électricité fût complète.

491. Ce fut ainsi que je m'assurai de ce fait, important pour l'intelligence de la Colonne, que lorsque les feuilles d'or ne font que diverger sans frapper l'un ou l'autre côté de la cage, la grandeur de leur divergence ne dépend que du nombre des païes; mais que lorsqu'elles frappent, et sont déchargées à chaque fois, la fréquence des battements avec le même nombre de païes, dépend de leur grandeur. J'expliquai cette circonstance, en y appliquant une analogie que M. Volta m'avoit fournie pour me faire comprendre l'effet de son Condensateur. Cet exemple étoit tiré des Journes d'eau qui servent à remplir des puits; & voici comment je l'appliquai à quoi aux phénomènes de la Colonne.

492. Pour cette application je compare — 1. le nombre des païes dans la colonne, à l'élévation du sol dont provient la source — 2. la grandeur des plaques à l' de ce sol. — 3. le degré de divergence des lames d'or sans frapper, à la hauteur à laquelle l'eau peut s'élever dans un puits.

Sans extravaser — 4. Le cas où les lames d'or frappent les côtés, à celui d'un ruisseau qui sort du puits; car alors le ruisseau sera plus grand ou plus constant, à proportion de l'étendue de la couche du sol, à même hauteur, d'où la source procède. Or quand la feuille d'or, ou tout autre pendule électroscopique, frappe les feuilles d'étain des côtés, si c'est le côté positif, le fluide électrique s'écoule dans le sol, & il est plutôt remplacé quand les plaques sont plus grandes, de sorte que les battemens sont plus fréquents. Il en est de même du côté négatif; car le fluide électrique monte plus rapidement du sol à proportion de la grandeur des plaques.

493. Voilà qui détermine tous les effets de la colonne, & qui montre le véritable avantage des grandes plaques; mais j'avais déjà construit une Colonne de 600 paires avec de plus petites plaques, par la facilité de les couper avec un poir, qui n'avait que 7 lignes de diamètre; ce que je regrettais ensuite, parce que toutes les expériences & observations que j'ai publiées dans le même Journal, ont été faites avec cette Colonne. Mais cette branche de la physique expérimentale, comme toutes les autres, exige du temps pour être perfectionnée, & elle l'a été depuis; cependant je vais donner un extrait de ces observations telles qu'elles sont dans le Journal. La colonne que j'y employai étoit horizontale, portée par des pieds isolans, & elle avoit ~~deux~~ à ses deux extrémités des électroscopes à feuille d'or, qui étoient l'objet de l'observation.

494. Je comptois le nombre des battemens de la feuille d'or dans ces électroscopes, & je les voyois varier considérablement, soit en différentes ~~parties~~ ^{parties} ~~de~~ ^{de} différents jours, soit en différentes parties des mêmes jours. À ce dernier égard, le nombre des battemens alloit ordinairement en augmentant depuis le matin jusqu'à une ou deux heures après midi, puis diminuoit avec graduellement.

Cette circonstance me rappela les observations de M. de Saussure sur l'Électricité atmosphérique, qu'il avoit trouvée augmentée & diminuée dans les mêmes périodes; ce qui me conduisit à penser qu'il y avoit quelque analogie entre les deux phénomènes, m'engagea à ajouter au nom de Colonne électrique celui d'Électroscope aérien. Tel est le point où j'étois arrivé dans ces recherches en May 1808, détaillées dans mon Mémoire au Journal de Physique de M. Nicholson du mois d'Avril 1810; mais comme ce Mémoire renferme divers autres objets, j'en vais indiquer quelques uns en abrégé.

495. Je commençai dans ce Mémoire, par rassembler quelques observations météorologiques liées à celles de l'Électroscope aérien, expliquant l'utilité de ces dernières, pour engager quelques physiciens à les suivre; mais cela ne produisit que peu d'effet; & je vis qu'il falloit rassembler les considérations qui résultent de l'Hygrologie & de l'Hygrométrie, montrant que la formation des nuages & de la pluie dans l'Atmosphère ne dépendoit point, comme on le pensoit, & comme je l'avois d'abord pensé moi-même, d'une quantité de vapeur aqueuse qui y fût contenue dans aucun temps, mais d'une décomposition de l'air atmosphérique, dans laquelle la vapeur aqueuse qui monte sans cesse dans l'Atmosphère y est transformée par l'influence des rayons du soleil, produisant immédiatement le fluide électrique, par lequel ensuite la vapeur aqueuse est changée en air atmosphérique. Tel fut le sujet d'un Mémoire dans le même Journal en 1812.

496. Dans le même Journal, au Cahier d'Avril 1810, j'avois rassemblé les preuves déjà données dans mon Ouvrage sur le Fluide électro-galvanique, que la Colonne, comme la Pile-galvanique, met en mouvement une certaine quantité de fluide électrique; ce qui montrait l'erreur de quelques

physiciens qui pensaient que les phénomènes de ces appareils n'étaient produits par aucun fluide, qu'ils dépendaient de quelque propriété des deux matériaux. Or l'Exp. le montre, que lorsqu'on fait cesser la divergence des lames d'or dans l'Electroscope à l'un des côtés de la Colonne en la touchant, ce qui fait doubler la divergence au côté opposé, par le transport du fluide électrique d'une extrémité à l'autre, ce mouvement est retardé par la tendance de fluide à adhérer au zinc; ce qu'on voit par le temps qui s'écoule avant que l'équilibre soit rétabli. Il est ainsi démontré que c'est un fluide qui est mis en mouvement, tant dans la colonne que dans la Pile-galvanique.

497. Dans l'Exper. C, p. 87, j'ai comparé ce phénomène des feuilles d'or à celui des feuilles de la plante nommée Sensitive (Mimosa Sensitive), dont la ressemblance des phénomènes semblerait indiquer quelque analogie dans leurs causes: car les feuilles de cette ^{plante} tombent aussi-tôt qu'on les touché & se relevent lentement, comme les feuilles d'or dans ces electroscopes. L'analogie ^{néanmoins} n'est pas entière, puis que les feuilles d'or divergent tant comme positives que comme négatives, & seulement quand elles sont isolées; au lieu qu'on ne peut le supposer dans la Sensitive qu'en état électrique semblable à celui du Sol, qui à cet égard est neutre; puisque le vase qui la contient repose sur un table ou sur d'autres corps communiquant avec le Sol. Cependant ce n'est pas-là une objection absolue; car nous ne connoissons pas toutes les modifications qu'éprouve le fluide électrique dans les corps organisés; ce dont l'anguille électrique & la torpille sont des exemples.

498. La colonne, avec les electroscopes à feuille d'or, & dans

la situation horizontale où elle est représentée par la Figure dans le même Mémoire, est l'appareil le plus exact pour déterminer la faculté isolante des divers vernis dont on couvre le verre pour supporter tous les appareils électriques; ce qui est de la plus grande conséquence dans ces appareils; car le manque d'un parfait isolateur peut induire en erreur dans ces expériences, comme je l'ai vu éprouvé avant que j'eusse observé ce défaut. Pour ces expériences, qui commencent à la p. 94 du même Mémoire, un crochet de laiton saillant, est fixé à chacune des extrémités de la Colonne, & c'est sur ces crochets que sont placées horizontalement les diverses baguettes qu'on veut essayer.

499. Quand on pose sur les crochets un parfait conducteur, tel qu'une baguette métallique, toute divergence cesse dans les deux électroscopes; il ne reste aucune accumulation au côté positif, parce que le fluide passe sans cesse au côté négatif; mais pour que la baguette mise sur les crochets retarde le passage du fluide d'une extrémité à l'autre, il reste de la divergence dans les électroscopes. Ce fut ainsi d'abord que je reconnus que le verre nud n'est qu'imparfaitement isolant; car une baguette de verre mise sur les crochets, laisse quelque divergence dans les électroscopes, & plus ou moins par différents verres.

500. J'enayai alors des baguettes de différents bois, d'ivoire d'or, de balaine, qui manifestèrent des phénomènes intéressants, mais qu'il seroit trop long de détailler ici. J'enayai alors les différents vernis passés sur les baguettes de verre, & je trouvais en général, que la cire à cacheter passée sur les baguettes aux chaudes pour fondre la cire par la propre chaleur, étoit l'enduit le plus isolant; cependant encore, je trouvais des différences à cet égard entre les différents cires; de sorte que la colonne me fut aussi utile pour choisir la cire la plus isolante; ce qui m'a

beaucoup servi pour la perfection de mes petits appareils électriques, où le défaut d'isolement aurait été plus nuisible que dans les grands appareils.

501. Je rapporte dans le même Mémoire, commençant à la page 97, une expérience que je fis pour analyser plus ~~très~~ profondément la marche du fluide électrique de paire en paire dans la Colonne; ayant quelque raison de penser, que ce n'étoit pas indistinctement le nombre des paires, mais la manière de leur succession dans la Colonne, qui produisoit plus de mouvement du fluide électrique.

502. Pour ces expériences, je divisai ma Colonne de 600 paires en trois colonnes de 200 paires chacune, isolées aussi. Je les appliquai successivement à un même électroscope à feuille d'or, le côté opposé étant mis en communication avec le Sol; elles produisoient sensiblement la même divergence dans l'électroscope. Puis, j'appliquai ces trois colonnes à la fois à l'électroscope, chacune d'elles étant séparément en communication avec le Sol, & il n'en résulta aucune différence sensible dans la divergence. Enfin, ayant mis ces trois colonnes bout à bout, en communication ensemble, une des extrémités étant en communication avec l'électroscope, & l'autre opposée avec le Sol, la divergence fut aussi grande que par la colonne de 600 groupes dans la monture ordinaire.

503. Ces expériences prouvent d'une manière directe, ce qu'on a déjà vu sous une autre forme, que pour la simple divergence dans l'électroscope, chaque paire y concourt quand elles sont dans une succession continue en partant de l'électroscope; & c'est alors que

l'effet est proportionnel au nombre des paires, & non à la grandeur des plaques : car on a vu que 3 plaques, quand elles sont ~~ces~~ individuellement à même distance numérique de l'Electroscope; ce qui est le cas de chaque paire dans les trois colonnes; ne produisent pas plus d'effet qu'1 seule à la même distance.

504. Mais il n'en est pas de même quand les feuilles-dor ou tout autre pendule électrométrique, frappant quelque corps en communication avec le sol, perd ainsi son état électrique; retombe alors & se relève de nouveau; car il se relève plus tôt quand les plaques sont plus grandes. Je pensai donc, pour augmenter les effets dans ma Colonne comme Electroscope aérien, & pouvoir y employer de petites balles au lieu de feuilles-dor, espérant qu'elles ne serviraient pas si sujettes à s'attacher au côté de la cage, d'y ajouter une colonne de grandes plaques. J'en construisis une de 300 paires, dont les plaques de zinc & les pièces de papier doré étoient quarrées, & avoient $\frac{1}{4}$ pouce de côté. Je comparai d'abord le pouvoir de cette colonne, avec 300 paires de mes petites plaques, pour mettre en mouvement des pendules qui frappaient les côtés de la cage, & je trouvai que ce pouvoir étoit augmenté comme 3 à 7, quand à la fréquence.

505. Je me procurai alors de petites balles d'or creuses, que la Colonne ainsi augmentée mettoit en mouvement au point qu'elles frappaient les côtés de la même cage, & j'espérois d'avoir réussi pour l'Electroscope aérien, en comptant les battemens d'une balle dans une minute; mais à ma grande surprise, la balle, après avoir frappé quelque temps, se fixa enfin contre le côté de la cage.

506. Je changeai alors tout le plan de cet Electroscope; au lieu de produire la divergence d'une paire de ces balles, dont les fils ne pouvoient être que courts, je cherchai le moyen de n'employer qu'une

ball, portée par un long fil d'argent, suspendu au haut d'un gros fil de laiton qui communiquait au côté positif de la Colonne. Ce conducteur avait $4\frac{1}{2}$ pouces de long, & il étoit terminé en bas par une ball de laiton de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre, contre laquelle la petite ball d'or venoit s'appuyer fort légèrement, lorsqu'en touchant ce côté de la Colonne, il n'étoit plus électrisé. Enfin, une autre ball de laiton de même grosseur que la première, étoit portée à l'extrémité d'une plaque de laiton placée, par des pieds isolans, sur une tige de plomb, pour la rendre solide, & qui pouvoit être ainsi approchée à la distance convenable de l'autre, pour que la petite ball d'or pût les frapper alternativement l'une & l'autre. Cette seconde grosse ball pouvoit être mise en communication, ou avec le Sol, ou avec l'extrémité négative de la Colonne.

507. Je crus pendant quelque temps avoir réuni, & pendant ce temps-là je remarquai les mêmes changements de fréquence dans les battemens qu'avec les feuilles d'or; mais enfin la petite ball d'or se fixa aussi contre la ball de laiton. Je répétai souvent cette observation, tantôt en faisant communiquer la ball de laiton avec le Sol, tantôt avec l'extrémité négative de la Colonne; mais toujours enfin la petite ball d'or se fixoit contre la ball de laiton, comme si il y eût eu un enduit de glue.

508. Je demeurai long-temps dans l'idée que c'étoit-là un obstacle invincible pour obtenir l'Instrument que j'avois en vue, que je voyois cependant appartenir à l'appareil; puisque tant qu'il continuoient d'agir, il montrait cette différence dans la fréquence des battemens, qui devoit être l'objet de l'observation. Mais il falloit prévenir cette fixation.

De la petite balle à la grosse ; ce dont la cause m'étant même inconnue, je ne pouvais d'abord concevoir aucun moyen de la prévenir. Cependant enfin il me vint à l'esprit d'empêcher la petite balle de venir frapper la grosse, en la déchargeant par son propre fil avant qu'elle pût frapper.

509. Pour cet effet, je fixai sur la plaque de laiton qui portait la grosse balle, un ressort de laiton, dont l'extrémité, qui arrive au-dessus de la balle, porte un petit arc de fil de laiton qui tient tendu horizontalement un fil d'argent aussi fin que celui auquel la petite balle est suspendue : on vis presse ce ressort, pour l'avancer ou le reculer suivant le besoin. Quand cet appareil fut fini, il produisit l'effet que j'en avais attendu : le fil d'argent de la petite balle venant frapper celui du petit arc, elle est déchargée avant qu'elle puisse toucher la grosse balle ; en même temps que l'élasticité du petit arc la repousse.

510. Tel fut le soir auquel j'arrivai au mois d'Avril 1810, & je fus en état alors de faire la suite d'observations convenues dans le même Journal, qui renferme aussi la description de cet appareil avec une Figure.

511. Je fis dans le même temps une autre expérience, rapportée dans le même Mémoire ; ce fut de comparer le nombre des battemens du petit pendule positif, quand la balle de laiton qui venait frapper communiquait avec le Sol, & quand elle communiquait avec l'extrémité négative de la colonne ; changement qui se faisoit dans un instant, & ainsi durant un même état de l'air. Je n'avois aucun doute que les battemens ne fussent plus fréquents lorsque la grosse balle seroit rendue négative en communiquant avec cette extrémité négative de la colonne, que lorsqu'elle seroit seulement

Neutre en communiquant avec le Sol. Mais l'expérience fut
contraire à ma conjecture; il n'y eut presque aucune différence dans
le nombre des battements; quoique la petite balle dût, ~~se décharger~~,
en apparence, ^{se décharger} plus promptement contre une balle négative, que
lorsqu'elle étoit dans l'état neutre du Sol; quelquefois même la
décharge étoit plus prompte dans ce dernier cas; ce qui ajouta
une nouvelle énigme aux précédentes, & qui fait voir qu'une étude
attentive des phénomènes de la Colonne électrique peut conduire à de
nouvelles découvertes sur les propriétés du Fluide électrique lui-même.

512. Je publiai ces observations & expériences, pour tenter
d'exciter d'autres physiciens à construire ~~des~~ ^{cet appareil} Colonnes & à faire les
mêmes recherches, & j'ai réussi sur cet objet; car plusieurs phy-
siciens à Londres ont construit de plus grandes colonnes que
la mienne, & qui ont produit d'énormes phénomènes, auxquels
je viens maintenant

Art. XLVI. Grand accroissement de la
Colonne électrique, comme Machine élec-
trique naturelle.

513. Avant que j'eusse écrit tous ces Mémoires pour le Journal
de Physique de M. Nicholson, la lecture à la Société royale de
celui que je lui avois remis sur la Colonne électrique aussitôt qu'elle
fut construite, quoique son Comité n'eût pas jugé à propos
(je sais par quelle raison) d'insérer ce Mémoire dans les Transac-
tions philosophiques, avoir appris la construction de cet ins-
trument à ceux qui avoient entendu cette lecture; & bientôt
deux physiciens de Londres avoient construit de plus grandes
Colonnes que la mienne, l'une desquelles je fus à temps
de décrire dans mon dernier Mémoire pour M. Nicholson,

parce que celui qui l'avait construite, M. B. M. Forster, m'en envoya d'abord le dessin, puis il vint me faire visite à Windsor, & m'informa plus en détail des effets qu'il avait observés.

514. Cette Colonne étoit de 1500 paires, divisée en 3 parties, dont chacune étoit renfermée dans un tube de verre, portée horizontalement sur des supports isolans. Dans cette situation les trois parties ^{de la Colonne} ~~formoient~~ ^{formoient} un triangle ouvert à l'un des angles; & à ce point, un des côtés étoit l'extrémité positive de la colonne, & l'autre son extrémité negative. Chacune des extrémités ainsi situées, communiquoit à un petit timbre, dont l'un ainsi étoit positif & l'autre negatif; une petite balle métallique suspendue par un fil de soie, venoit pendre entre les deux timbres, & se portant tour-à-tour contraires, il en résultoit un carillon, de même espèce que celui qu'on met en mouvement en l'appliquant au premier conducteur d'une Machine électrique, quand les timbres, par les battans qui les frappent tour-à-tour, fournissent un passage au fluide électrique, ou vers le Sol, ou vers le frottoir. Or voilà ce qu'opère la colonne par son propre pouvoir dans l'énigmeux appareil de M. Forster; le petit battant, en transportant sans cesse l'excès du fluide électrique de l'extrémité positive à l'extrémité negative, qui la rend aussi sans cesse à l'autre, montre d'abord à l'œil, comment le fluide électrique circule ainsi entre l'une & l'autre; mais de plus le son du carillon fait entendre ce passage à quelque distance.

515. Bientôt après M. W. Allen, très-habile chimiste connu par divers Ouvrages, en multipliant davantage le nombre des paires, commença de faire manifester par cet appareil d'autres caractères du fluide électrique qui ne pouvoient

être observés par de moindres colonnes : il en composa une de 10,000 paires ; & plaçant une petite bouteille de Leyde entre les deux extrémités, quand elle y avoit été 8 ou 10 minutes, elle produisoit une secousse qu'on sentoit jusqu'au poignet des deux bras.

516. Voilà donc une preuve indubitable que la Colonne électrique met en mouvement le même fluide qui est manifesté par la Machine électrique ordinaire. C'est donc ainsi une machine électrique naturelle qui opère constamment. Or elle peut être agrandie, presque à volonté, en multipliant les Colonnes associées. M. Allen déconvint aussi, quoique la Colonne soit formée des mêmes parties composantes que la Pile galvanique, par lesquelles aussi le fluide électrique y est mis en mouvement, & quoiqu'elle chargeât une bouteille de Leyde, il y manquoit la condition nécessaire aux opérations dans l'appareil à gaz ; ce dont j'avois déjà découvert la cause dans l'analyse de la Pile, savoir, qu'il n'y avoit point d'eau entre les métaux pour produire la calcination des plaques de zinc.

517. Cette augmentation de pouvoir de la Colonne par l'augmentation de ses parties associées, comme produisant une vraie machine électrique naturelle capable de grands effets, a engagé un très-habile démonstrateur de Physique expérimentale à Londres, M. George Jean Singer, à porter cet Appareil à un point que je n'aurois osé attendre. Le titre de son Mémoire dans le Journal de Nicholson pour Juin 1813, me frappa d'abord ; voici le titre traduit. Sur les effets d'une

d'une Colonne électrique de 20,000 paires de plaques d'ine & argent. — Les plaques de cet Appareil ne sont que fort peu plus grandes que celles de ma première colonne; mais M. Singer en a considérablement augmenté les effets par quelques changements essentiels.

518. En lisant la description de ^{de cette Colonne,} ses effets, ils me parurent beaucoup plus grands qu'ils n'auroient dû résulter de la seule augmentation du nombre des paires; ce que j'e ^{ne} pouvois attribuer ^à la différence que je voyois dans la description entre la Colonne & la mienne, savoir, que dans la sienne les papiers étoient couverts de feuille d'argent, ^{autant que} dans la mienne ^{j'avois} ~~des papiers~~ employé le papier de Nuremberg couvert d'une feuille de cuivre, ^{car} j'avois essayé par le Condensateur, du papier couvert de feuille d'argent, & même de feuille d'or, & je n'avois pas trouvé qu'ils produisissent un plus grand effet.

519. Ayant étudié plus particulièrement la description de M. Singer avec M. Hausmann, dont j'ai déjà parlé comme d'un homme d'un vrai génie, nous fixâmes notre attention sur une circonstance de cette description, c'est qu'entre chaque pain, entre le papier sur lequel est fixée la feuille d'argent, il avoit placé une autre pièce de papier. Or M. Hausmann conjectura que ce papier étoit nécessaire pour produire plus de distance entre les paires; afin d'empêcher que les bords des papiers couverts d'argent, ou de cuivre, ne se touchassent ^{mutuellement}; puisque partout où cela arrivoit, l'effet étoit détruit. M. Hausmann en fit l'essai sur une de nos Colonne, dont l'effet fut beaucoup augmenté. Cependant ce n'étoit pas encore toute la ^{différence dans la} construction qui augmentoit les effets. ^{de la Colonne de M. Singer.}

520. M. Hausmann étant allé à Londres, fut chez M. Singer, qu'il trouva très-obligé; non seulement il lui montra son Appareil & tous les effets, mais il lui donna lent des parties de la colonne de 1000 paires, pour que nous passions l'examiner à loisir. Or nous apprîmes ainsi cette nouvelle circonstance, que chacune de ces parties de 1000 paires, étoit enfermée dans un tube de verre, comme celles de M. Forster, dont l'effet m'avoit déjà surpris. Ces tubes sont fermés à leurs extrémités par des capes de laiton, fixées avec de la cire à cacheter: une vis, ayant un anneau extérieur, sert en même temps à presser convenablement les petites plaques qu'elle contient & à mettre les parties de la colonne en communication les unes avec les autres. C'étoit une idée fort naturelle, & que j'avois commencée moi-même dès le commencement. J'avois, dis-je déjà construit plusieurs ~~déjà préparés~~ petits tubes de verre, avec des capes métalliques, contenant chacun 100 paires, & j'avois éprouvé ^{qu'en} les suspendant les uns aux autres par leurs crochets, l'effet étoit augmenté à proportion de nombre des paires, quoi qu'ainsi séparées. Alors j'avois conçu l'idée d'en suspendre un très-grand nombre autour de ma chambre à un cordon de soie, en les plaçant alternativement en sens opposé, & communiquant les uns avec les autres par leurs côtés contraires; mais d'autres occupations m'empêchèrent ^(de continuer).

521. C'est le même plan qui a été exécuté par M. Singer: les 20 parties de la grande Colonne, renfermées dans des tubes de verre sont suspendues les unes auprès des autres, à un cordon de soie, placées successivement d'une manière inverse quant aux extrémités positive & negative, & mises en communication entr'elles par leurs extrémités opposées, au moyen de fils métalliques. Je renvoie de courtoisie la cause de l'augmentation d'effet produite par les tubes de verre,

pour décrire les phénomènes de ce grand appareil.

522. M. Singer emploie plusieurs électroscopes, en différentes parties de la colonne; ce sont des balles de métal de bureau - d' $\frac{1}{5}$ de pouce de diamètre, suspendues par des fils de 6 pouces. Un de ces électroscopes est placé au milieu de l'appareil, & d'autres à différentes égales des deux côtés; & par cet arrangement il a vérifié ce que j'avois trouvé par ma première colonne quant aux divergences des électroscopes en différentes positions. —

1. Quand toute la Colonne est isolée, l'électroscope à son milieu n'a aucune divergence. — 2. De ce point, les électroscopes ont une divergence d'autant plus grande, qu'ils en sont plus éloignés, étant négative d'un côté & positive de l'autre. — 3. Quand l'une ou l'autre des extrémités de cette Colonne est mise en communication avec le sol, la divergence cesse dans son électroscope, & elle augmente de plus en plus dans les suivants, tellement qu'elle est à-peu-près double à l'extrémité opposée. — 4. Cette grande Colonne montre, comme la mienne, la lenteur du passage du fluide électrique de paire en paire, qui prouve si évidemment l'existence de ce fluide & son mouvement, comme dans la Pile galvanique; contre l'opinion de ceux qui attribuent les effets de ces appareils à quelque propriété essentielle du zinc & du cuivre ou de l'argent: car s'ils s'agissoient d'une telle propriété, les effets seroient instantanés: or M. Singer a observé comme moi, que lorsqu'on produit le transport du fluide électrique d'une

extrémité à l'autre de la colonne, en mettant l'une d'elles en communication avec le sol, il faut plusieurs minutes pour produire le maximum de ce transport.

523. Cette grande Colonne de M. Singer lui a donné le moyen de produire des effets qui montrent plus distinctement encore que c'est le fluide électrique lui-même qui les produit.

Cette colonne ayant beaucoup plus de pouvoir que celle de M. Allen, charge beaucoup plus fortement une petite bouteille de Leyde placée entre ses extrémités; en un instant elle reçoit quelque charge; mais il faut environ 10 minutes pour que la charge soit complète; alors elle produit une secousse qui s'étend jus qu'aux épaules, & quelques individus l'éprouvent au-travers de la poitrine. Ainsi, plus on agrandi cet Appareil, plus il approche de produire, sans frottement, les effets de la Machine électrique ordinaire.

524. La même bouteille ayant été chargée pendant 10 minutes, & M. Singer ayant produit la décharge par un fil de platine très-mince, un pouce de ce fil fut fondue: Or cette fusion est aussi un effet produit par une bouteille de Leyde chargée par la Machine électrique ordinaire.

525. M. Singer a fait une autre expérience qui montre encore cette identité du Fluide: il a touché avec le boutton de la bouteille chargée par la colonne, plusieurs places d'une surface non-conductrice brune, telle que celle d'un Electrophore, & le couant sur elle de la poudre de résine, il y a découvert des traces de figures de Lichtenberg.

526. Poussant plus loin l'analyse du fluide mis en mouvement par la grande colonne, M. Singer lui a fait ^{manifestes} de la lumière, sans même employer la bouteille. Il a mis les deux extrémités de l'Appareil en communication entr'elles par un fil de fer, empêchant néanmoins le contact immédiat de ce fil par une couche de vernis. Or dans l'obscurité, il vit une succession de petites étincelles passer à ce point, montrant ^{visiblement} ~~clairement~~ le passage du fluide électrique. C'est le même effet produit par ^{la} machine électrique ordinaire en mouvement, quand le premier conducteur est mis en communication avec le frotteur par un fil métallique interrompu. Dans les deux cas le fluide électrique devient visible, parce qu'étant obligé de suivre son cours en s'élançant au-travers de l'air, il se décompose en partie, & laisse échapper la lumière qui entre dans la décomposition.

527. M. Singer a formé ce qu'on nomme une batterie, c'est-à-dire une association de plusieurs bouteilles de leyde; mais, comme il falloir les charger successivement par la même Colonne, il n'en éprouva pas une plus grande secousse que par la seule bouteille qu'il avoit chargée la dernière. Il essaya aussi le pouvoir de cette batterie pour percer un corps mince par sa décharge, & il trouva qu'elle ne pouvoit percer qu'une feuille de papier épais; mais une seule bouteille nouvellement chargée produisoit ~~aussi~~ le même effet.

528. Un phénomène lumineux est aussi produit par la décharge d'une bouteille chargée par la colonne électrique; nous l'avons produit M. Hausmann & moi, d'abord par la colonne de 1000 paies que M. Singer avoit eu la bonté de nous donner,

d'après l'avoir appris par lui, nous l'avons produit par nos propres colonnes. Quand une petite de bouteille de Leyde a été ainsi chargée, préparant un arc métallique pour la décharge, plaçant une extrémité de cet arc contre l'extérieur de la bouteille, & approchant du bouton de la bouteille l'autre extrémité, ayant le bras appuyé sur la table pour ne faire de la main que le mouvement nécessaire pour produire le contact; fermant alors les volets de la chambre pour la rendre obscure, & attendant un moment pour que les yeux s'accoutument à l'obscurité; si l'on fixe alors le regard sur le point où se fera le contact, on y voit une petite étincelle.

599. L'ensemble des expériences précédentes montre indubitablement que c'est le fluide électrique lui-même qui est mis en mouvement par la Colonne; mais la grandeur de l'Appareil de M. Singer la mis en état de distinguer deux effets que j'avois confondus dans mes conclusions sur la Pile galvanique: parce que celle-ci produit la Secousse par son propre pouvoir, en même temps qu'elle produit les effets chimiques dans l'Appareil à gaz; de sorte que j'avois attribué ces deux effets à ^{une} même cause, savoir, que le fluide électrique circuloit dans la Pile, tandis qu'il y avoit calcination des plaques de zinc. Peut-être même que cette circonstance est nécessaire pour ^{que} la Pile produise immédiatement la Secousse avec si peu de fluide électrique. Je ~~me souviens~~ n'avois jamais eu une Pile à beaucoup près suffisante pour charger une Bouteille de Leyde; ce qui auroit été une expérience très-intéressante, pour savoir si le fluide électrique galvanique seroit produit de plus grands effets à la Bouteille; & ma Colonne avoit aussi trop peu de pouvoir pour en charger une ^{bouteille} au point de produire la Secousse.

600. Ce n'est donc que par la grande Colonne de M. Singer que nous avons appris à distinguer les deux effets. Cette Colonne charge une bouteille de Leyde du même fluide électrique, sans altération, que la machine électrique ordinaire, & ce fluide produit la secousse ~~ordinaire~~ quand il est assez accumulé; mais il ne produit aucun effet chimique dans l'eau. Car M. Singer a placé comme communication entre les extrémités de la grande Colonne plusieurs liquides salins & différentes solutions, métalliques, en les teignant de couleurs végétales très-déliées, & après les y avoir laissés plusieurs jours, il n'y a apperçu aucune trace de changement.

601. La Colonne renferme donc tout ce qui produit le mouvement du fluide électrique dans la Pile galvanique, & tous les effets de ce fluide quand il n'a éprouvé aucun changement. Ainsi, la seule distinction qui demeure entre la Pile & la Colonne, est que le fluide électrique qui a circulé dans la première y a acquis la faculté de produire dans l'eau les effets chimiques connus; & cette distinction résulte de ce qu'il y a de l'eau entre les plaques métalliques ^{de la Pile}, qui calcine la surface des plaques de Zinc.

602. Mais ce qui prive la Colonne de la faculté de produire les effets chimiques dans l'eau, est la cause même de la conservation comme Machine électrique naturelle. J'ai encore ma première Colonne (en 1814) décrite d'abord dans un Memoire à la Société royale de Londres en Janv. 1806, & les effets restent les mêmes. M. Singer aussi a des parties de la Colonne qui existent depuis le commencement de 1811, & il n'y a remarqué aucune différence d'effet.

603. Je continuai cependant ces expériences & observations avec une Colonne qui a plus de pouvoir, ayant ajouté à la première 1000 paires de plaques Zinc & papier doré, qui de deux grandeurs, & dont la moyenne est d'environ 2 pouces en carré, divisées en deux colonnes, où les plaques sont invaement arrangées, & qui dans réunies

dans le haut par un Conducteur métallique, ont en bas les extrémités positive & negative de la colonne totale, communiquant aux mêmes grosses balles de laiton, entre lesquelles se meut aussi un pendule; mais la colonne ayant plus de pouvoir, ce pendule est formé d'une balle de bureau assez grosse, couverte de feuille d'or, & suspendue par un fil d'argent long de 5 pouces; & la balle de ce pendule est garantie de s'attacher à la grosse balle, par le même fil d'argent transversal décrit ci-devant.

604. Cet appareil devoit nécessairement être fixé sur ma table, pour que les mouvements du pendule fussent réguliers, & assez éloigné de la place où je suis ordinairement, pour que je pusse avoir auprès de moi les papiers, & livres dont j'avois besoin. N'ayant qu'une fenêtre à la chambre où je me tiens, qui est tournée au S. S. E. je fixai l'appareil de ce côté-là par des vis. ~~Donc c'est là~~ Je vis bientôt, que le pendule avoit des mouvements plus ou moins rapides en différentes parties du jour, & j'ajustai la distance des grosses balles de manière qu'il les frappât constamment; ce qui a produit une nouvelle sorte de mouvement perpétuel physique, mais dont la vitesse est changeante.

605. Cet appareil fut fixé sur ma table en Été, à une telle distance de ma fenêtre, que le Soleil étoit trop élevé pour que ses rayons pussent tomber sur cette partie de ma table. Ces mouvements du pendule, frappant alternativement le côté positif & le côté negatif, faisoient naître l'idée, d'un petit baquet, qui venoit puiser du fluide électrique dans la balle positive & le verser dans la balle negative. J'observai aussi, que la différence de fréquence des battements en divers

parties du jour, se rapprochoit beaucoup pour les temps, des observations de M. de Saussure sur l'électricité atmosphérique.

606. Quand la Saison fut venue où le Soleil étant plus bas vers le milieu du jour, ses rayons vinrent tomber sur ma Colonne, je fus surpris du changement qu'ils y produisirent dans le nombre des battements du pendule. Quand les ~~Soleils~~ rayons du Soleil commencent à paraître sur ma table, je comptois les battements; il y avoit des différences d'un jour à l'autre, par la différence de l'air plus ou moins serin; mais prenant l'ensemble de ces observations, voici leur résultat. Avant que les rayons du Soleil tombassent sur la Colonne, je comptois 14 à 15 battements dans une minute; mais quand ils tombèrent directement sur la Colonne, j'en comptois 24 à 25; puis, quand le Soleil étoit passé, le nombre des battements étoit de nouveau redévenu à 14 ou 15, & restoit ainsi jusqu'au lendemain.

607. Je détaillai ces observations dans un Mémoire que M. Nicholson publia dans son Journal de Physique pour le mois de Nov. 1813; mais M. Singer, dans un Mémoire au même Journal, donna des raisons de penser que cet effet étoit dû, non aux rayons du Soleil eux-mêmes, mais à la chaleur qu'ils produisoient dans la Colonne & dans l'air voisin.

608. M. Hausmann, qui avoit d'abord pensé comme moi, d'après les propres observations semblables, que ces effets étoient produits par les rayons du Soleil, & que j'avois même cité dans mon Mémoire, mais qui veut toujours que l'expérience décide dans les controverses sur les phénomènes physiques, a imaginé pour cela une autre espèce d'appareil;

il en a fait même deux semblables, dont il a eu la bonté de me donner un: ~~le premier était de Mr. Singer, mais il était trop~~ simple, je vais le décrire, parce qu'il est très-intéressant.

609. Cet appareil consiste d'abord dans un Electroscope à feuilles d'or, placées dans une Cage de verre d'environ 1 1/2 pouce de diamètre & 5 pouces de hauteur; le haut de cette cage est fermé par une plaque métallique, d'où pend une paire de feuille d'or d'1 1/2 pouce de longueur; & au bas de cette cage sont deux lames de fer-blanc, contre lesquelles les lames d'or viennent frapper. Sur la plaque qui couvre la cage de verre sont percées 400 paires de plaques de linc & de papier doré d'environ 1 1/2 pouce de côté. Un cadre métallique contient tout l'appareil, & fait communiquer le Sommet de cette Colonne, qui est l'extrémité positive, avec la base de l'Electroscope, & ainsi avec les plaques de fer-blanc des côtés; ce qui, par le battement des feuilles d'or, produit une circulation continuelle du fluide électrique.

610. Le seul inconvénient de cet appareil, c'est que la feuille d'or qui frappe le côté, s'y fixe quelquefois; mais il suffit de frapper le Sommet pour les faire tomber. C'est dans cet Appareil, beaucoup plus terrible que celui du pendule, qu'on voit de très-grandes différences dans la fréquence des battements: je l'ai vu quelquefois se mouvoir si vite, qu'on ne pouvoit pas les compter, ~~les battements~~ d'autres fois son mouvement est fort lent; ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'alors, la feuille qui frappe a beaucoup moins de disposition à se fixer; peut-être que s'approchant lentement, il y a plus de temps pour que le fluide électrique se retire de la lame de fer-blanc par l'influence de celui de la lame d'or, & que celle-ci, trouvant l'autre plus negative, se décharge aussitôt.

611. Cet Appareil trois très-intéressant à suivre, & il est très-agréable à observer; car il semble que les lames d'or soient des êtres animés qui tendent à sortir d'une position; id est, qu'elles s'est présentée à nombre de personnes qui ont vu leurs mouvements. Les changements de vitesse sans doute ont en général, comme M. Singer la supposé du rapport avec les changements de la chaleur; mais il, sont fort loin de suivre ceux-ci, & ils indiquent certainement l'intervention de quelque autre cause, atmosphérique qui doit être cherchée par l'observation & l'expérience; ce qui ne peut avoir du succès que par la réunion de divers observateurs, en différents pays.

612. On a pu juger par l'ensemble de cette Histoire, que chaque découverte dans les Cours Physiques, a ouvert quelque nouvelle route dans l'étude des phénomènes; ce qui a conduit à des découvertes inattendues; or nous sommes bien loin d'apparence voir les limites de notre pouvoir à cet égard. Chaque nouvelle cause bien déterminée, embrasse de nous beaucoup de phénomènes, & nous montre de plus en plus comment ils se lient entre eux, en nous élevant pour ainsi dire à leurs points de réunion: comme lorsqu'on cherche à tracer la Carte d'un pays, il faut tâcher de gagner les hauteurs qui le dominent. Mais dans ce travail il ne suffit pas de mesurer aussi exactement qu'il est possible des bases, & de prendre les angles avec soin, pour être sûr de son travail, il faut au bout d'un certain espace, trouver le moyen de vérifier le travail précédent, en mesurant exactement un des côtés des derniers triangles conclus.

Il en est de même en physique expérimentale, surtout quand elle embrasse les grands phénomènes atmosphériques, qui se lient avec tous les phénomènes terrestres; car on a pu voir par divers exemples, qu'il ne faut pas négliger de les consulter, pour vérifier les théories particulières conclues de phénomènes observés dans nos laboratoires, trop limités en comparaison de ceux qui s'opèrent dans le grand laboratoire de la Nature.

1
[Faint, illegible handwritten text in Devanagari script, likely bleed-through from the reverse side of the page.]

utographie-Sciences-Genève.

LUC (Jean-André de, 1727-1817) savant genevois, un des plus célèbres physiciens de son siècle, inventeur de l'HYGROMETRE qui porte son nom, lecteur de la Reine d'ANGLETERRE.

ESSAI d'Histoire de la PHYSIQUE, ou des progrès qu'on fait dans les siècles précédents les branches les plus importantes de la PHYSIQUE EXPERIMENTALE. Manuscrit de 239 p. in-4, de la main de de LUC (écriture très lisible) accompagné d'une L.s.s. "Windsor fin de juillet, 1814" adressée à son neveu André, 3 p. in-4. ENTIEREMENT INEDIT, n'a jamais été publié. 500.-

Dans la lettre d'envoi de Luc informe son neveu que "Depuis ma jeunesse je me suis occupé de Physique expérimentale....ce fut d'abord principalement le fluide électrique, & nous en fîmes les expériences...la première fut de transmettre la commotion par la bouteille de Leyde au TRAVERS du RYON. ...depuis que l'invention de LA COLONNE ELECTRIQUE a été connue divers physiciens ~~ont~~ ayant voulu l'imiter tout le papier doré a été enlevé des boutiques..."

L'ouvrage ~~XXXXXXXXXX~~ précédé d'une introduction et d'une table, est divisé en 46 articles ou chapitres dans lesquels l'auteur passe en revue avec des notes sur ses expériences personnelles, toutes les branches de la Physique expérimentale, il parle de ses correspondants, James WATT, LAVOISIER, La PLACE de l'histoire de l'HYGROMETRE.

Un chapitre est consacré au "Défaut dans l'énoncé de la Théorie du Dr. FRANKLIN" puis il parle longuement de ses relations avec VOLTA et des expériences faites en commun. Le tout forme un ENSEMBLE PRECIEUX pour l'histoire de la Physique.

(6273)

Plan d'histoire de la physique

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

3 9088 00331272 5

nmahrh MSS277 B

Essai d'histoire de la physique, ou, des